

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**

Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Vliv environmentálních proměnných na makrozoobentos řeky Ostravice

bakalářská práce

Autor:
Vedoucí bakalářské práce:

Lucie Slavíková
Mgr. Iva Melčáková, Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB-TECHNICAL UNIVERSITY OF OSTRAVA
FAKULTY OF MINING AND GEOLOGY
Institute of environmental engineering

The Influence of Selected Environmental Variables on Benthic Macroinvertebrate Communities of the Ostravice River

bakalářská práce

Autor:
Vedoucí bakalářské práce:

Lucie Slavíková
Mgr. Iva Melčáková, Ph.D.

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut environmentálního inženýrství

Zadání bakalářské práce

Student:

Lucie Slavíková

Studijní program:

B2102 Neroztné suroviny

Studijní obor:

3904R005 Environmentální inženýrství

Téma:

Vliv vybraných environmentálních proměnných na makrozoobentos
řeky Ostravice

The Influence of Selected Environmental Variables on Benthic
Macroinvertebrate Communities of the Ostravice River

Zásady pro vypracování:

1. Úvod a cíl práce
2. Literární přehled problematiky (Makrozoobentos v tekoucích vodách, Vliv environmentálních proměnných na složení říčního makrozoobentosu)
3. Metodika zpracování
4. Výsledky a diskuse
5. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

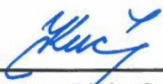
1. ADÁMEK, Z., J. HELEŠIC, B. MARŠÁLEK a M. RULÍK. Aplikovaná hydrobiologie. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2010, 350 s. ISBN 978-80-87437-09-4.
2. AMBROŽOVÁ, Jana. Aplikovaná a technická hydrobiologie. Praha: Vydavatelství VŠCHT Praha, 2003, 226 s. ISBN 80-7080-521-8.
3. HAUER, F. RICHARD and GARY A. LAMBERTI. Methods in Stream Ecology, Second Edition: Academic Press. Elsevier, 2007, 896 p. ISBN-13: 978-0123329080.
4. KOKEŠ, Jiří a Denisa VOJTÍŠKOVÁ. Nové metody hodnocení makrozoobentosu tekoucích vod. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., 1999, 83 s. Výzkum pro praxi. ISBN 80-85900-29-7.
5. SOLDÁN, T., S. ZAHŘÁDKOVÁ a J. MATĚNA. Tekoucí vody - charakteristika a kategorizace biotopů: Papáček, M. (ed.): Biota Novohradských hor: modelové taxony, společenstva a biotopy. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2004, s. 256-264. ISBN 80-7040-756-5.
6. ŠTĚRBA, O. et al. Říční krajina a její ekosystémy. Olomouc: Univerzita Palackého, 2008, 391 p. ISBN 978-80-244-2203-9.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Mgr. Iva Melčáková, Ph.D.**


Datum zadání: 31.10.2014

Datum odevzdání: 30.04.2015



doc. Dr. Ing. Radmila Kučerová
vedoucí institutu





prof. Ing. Vojtech Dirner, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

Byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35- využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60- školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská- Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB- TUO) má právo nevydělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).

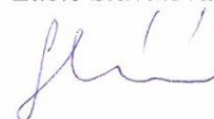
Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB- TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB- TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB- TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo- bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB- TUO, která je oprávněná v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB- TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 28. 4. 2015

Lucie Slavíková



Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala své vedoucí práce, paní Mgr. Ivě Melčákové, PhD., za odborné vedení a za pomoc při determinaci organismů a dále paní Ing. Švehlákové za pomoc se statistickým zpracováním dat. Za podporu při studiu chci poděkovat hlavně své rodině.

Abstrakt

Bakalářská práce mapuje vliv vybraných environmentálních proměnných (kyslík, teplota, pH, konduktivita, oxidačně-redukční potenciál a proud) na složení makrozoobentosu ze dvou odběrů (květen a září 2014) na celkově čtyřech lokalitách horního toku řeky Ostravice: město Pržno (1), Nad ústím Morávky (2), obec Lískovec (3) a Vratimov (4). Významnou roli sehrává především obsah kyslíku ve vodě (ovlivňuje 15 druhů), ORP (ovlivňuje 13 druhů) a průtoku (ovlivňuje 12 druhů). Menší roli sehrává pH (ovlivňuje 5 druhů) a konduktivita (ovlivňuje 4 druhy). Minimální byly závislosti na teplotě (ovlivňuje 2 druhy). Vzhledem k výskytu druhů, které ke svému životu vyžadují čistou vodu lze konstatovat, že kvalita vody řeky Ostravice je celkově uspokojivá, umožňující život širokému spektru makrozoobentosu.

Klíčová slova: Abiotické proměnné, makrozoobentos, metoda Perla, řeka Ostravice, Canoco

Abstract

Bachelor thesis deals with the influence of selected environmental variables (oxygen, temperature, pH, conductivity, redox potential and current) on the composition of macroinvertebrates from two samplings (May and September 2014) made at four locations upriver Ostravice: Pržno (1), estuary of Morávka river (2) Liskovec (3), Vratimov (4). An important role is primarily attributable to the oxygen content in the water (it affects 15 species), ORP (affects 13 species) and flow (affects 12 species). Smaller role is evident in pH (affects five species) and conductivity (affects 4 species). Minimum dependence on temperature has been demonstrated (it affects 2 species). Due to the occurrence of species that require clean water to their life we can stated that the water quality of the Ostravice river is satisfactory, allowing life to a wide range of macroinvertebrates.

Key words: Abiotic variables, macroinvertebrates, method Perla, Ostravice river, Canoco

Obsah

| | |
|---|----|
| 1. Úvod a cíl práce | 1 |
| 2. Literární přehled problematiky | 3 |
| 2.1. Makrozoobentos v tekoucích vodách | 3 |
| 2.2. Definice bentálu a bentosu ve vztahu k makrozoobentosu | 5 |
| 2.3. Habitat zoobentosu | 5 |
| 2.4. Úloha zoobentosu jako bioindikátoru | 6 |
| 3. Vliv environmentálních proměnných na složení říčního makrozoobentosu | 8 |
| 3.1. Kyslík | 8 |
| 3.2. Teplota | 10 |
| 3.3. pH | 12 |
| 3.4. (Elektrolytická) konduktivita | 14 |
| 3.5. ORP, oxidačně-redukční potenciál | 15 |
| 3.6. Proud | 16 |
| 4. Metodika zpracování | 20 |
| 4.1. Metodika odběru vzorků | 21 |
| 4.2. Vymezení lokality | 22 |
| 4.3. Charakteristika vybraného toku | 23 |
| 4.4. Charakteristika odběrových míst | 24 |
| 5. Výsledky a diskuse | 28 |
| 5.1. Výsledky | 28 |
| 5.2. Diskuse | 37 |
| 6. Závěr | 39 |
| Seznam použité literatury | 41 |
| Seznam grafů | 46 |

| | |
|----------------------|----|
| Seznam příloh..... | 46 |
| Seznam obrázků | 46 |
| Seznam map | 47 |
| Seznam tabulek | 47 |
| Přílohy | 48 |

1. Úvod a cíl práce

Výzkumy početnosti a skladby společenstva makrozoobentosu patří dnes mezi rutinní postupy zjišťující kvalitu našich vod. U mnohých druhů bylo prokázáno, že jejich přítomnost, případně úbytky až absence významně indikují nastupující nebo třeba jen přechodně zhoršení kvality vody. Makrozoobentos může indikovat také stav celého ekosystému vodního společenstva například tím, že podmiňuje výskyt určité ichtyofauny.

Stav společenstva makrozoobentosu však určují i faktory, které nemusejí nutně souviset s působením jiných organismů (vyšších predátorů nebo působením člověka). Tato práce se zaměřuje na výše těchto faktorů – na abiotické proměnné, konkrétně na kyslík, teplotu, pH, konduktivitu, oxidačně-redukční potenciál a proud.

Cíl této práce lze rozdělit do tří na sebe navazujících kroků.

Prvním krokem bude předložení literárního přehledu výše zmíněné problematiky. Obecně popíšeme makrozoobentos v tekoucích vodách, podáme definice bentálu a bentosu ve vztahu k makrozoobentosu, uvedeme obvyklé habitaty makrozoobentosu a jeho úlohu jako bioindikátoru. Dále stručně přiblížíme, jak vybrané environmentální proměnné (kyslík, teplota, pH, konduktivita, oxidačně-redukční potenciál a proud) ovlivňují složení říčního makrozoobentosu.

Druhým krokem bude popis vybrané metodiky zpracování a následně popis reálného postupu při odběru vzorků podle této metodiky. Součástí popisu bude také zaznamenání všech potřebných údajů pro zpracování výsledků, tzn. vymezení lokality, charakteristika vybraných úseků toku a odběrových míst a navíc fotografická dokumentace lokalit a exemplářů z uskutečněných odběrů. Následující determinace provedená v laboratoři za pomoci lupy a mikroskopu a dodatečná systematizace výsledků do tabulek bude podkladem pro zpracování výsledků a vyhodnocení.

Třetím úkolem bude samotné vyhodnocení a srovnání výsledků vlivu vybraných environmentálních proměnných (kyslík, teplota, pH, konduktivita, oxidačně-redukční potenciál a proud) v dané lokalitě s výsledky uvedenými v nastudované literatuře. Dále to bude předložení základních statistik odběru, například početnost jednotlivých řádů makrozoobentosu v jednotlivých obdobích odběru na všech lokalitách. Vedlejším úkolem

bude také zaznamenat případný výskyt chráněných a ohrožených druhů z uskutečněných odběrů a doložit, na kterých lokalitách byly tyto druhy odebrány.

2. Literární přehled problematiky

2.1. Makrozoobentos v tekoucích vodách

Makrozoobentos jsou bezobratlé organismy žijící ve vodě, které jsou viditelné pouhým okem bez pomoci mikroskopu. Jejich společným znakem je to, že jim chybí páteř a obývají všechny typy vodních biotopů. Sladkovodní makrozoobentos se skládá z nedospělých i dospělých jedinců mnoha různých druhů. Většina jich patří ke hmyzu, ale najdeme mezi ním třeba i červy a plže. Biotopem makrozoobentosu jsou skály, kameny, štěrky a nejrůznější usazeniny na dně potoků, řek či jezer. [1, 2]

Zoobentos můžeme dělit podle toho, zda tyto organismy žijí na dně vod po celou dobu svého života, nebo jen po jeho část. V prvním případě hovoříme o fauně permanentní, ke které patří: prvoci (*Protozoa*), houby (*Porifera*), lůčkovci (*Radiata*), červi (*Vermes*), měkkýši (*Mollusca*), oslnokožci (*Echinodermata*), korýši (*Crustacea*). V druhém případě hovoříme o fauně temporární. K ní patří organismy v různých fázích vývoje (od vajíčka přes larvy až kukly), které však po dosažení dospělosti vodní prostředí opouštějí.

Zoobentos lze také dělit podle míry pohyblivosti. Na jedné straně to jsou tzv. přisedlé (sesilní) organismy, zmiňme například kolonie hub (*Porifera*), mechovek (*Philactolaemata*), na druhé straně tzv. pohyblivé (vagilní) organismy, například larvy jepic (*Ephemeroptera*). [3]

Jinak dělí říční zoobentos Evropská limnobiologická škola. Kritériem pro dělení je u ní převládající charakter dna. Podle toho se odlišují zoocenózy kamenitého nebo skalného podkladu, zoocenózy vegetace, zoocenózy písku, zoocenózy bahnitých sedimentů a zoocenózy hlinitých břehů a náplavů. [4]

Značně se liší také druhová skladba na různých částech týchž kamenů. Na horních částech kamenů se vyskytují druhy, které jsou závislé na potravě z volné vody a z nárostů.

Nárosty tvoří tyto společenstva organismů: společenstva rostlin, bakterií a hub. Zpravidla bývají obohacena o různé druhy zoobentosu (prvoků, ploštěnek, viřníků, želvušek, břichobrvek, fytovorů, pakomárů, buchaneček, plazivek aj.), které se stávají rovněž potravou zde žijícího makrozoobentosu. Jsou to především larvy jepic (*Baetis*,

Oligoneuriella) muchniček, pakomárů, chrostíků (*Anabolia*, *Brachycentrus*, *Silo*), dále plži (*Ancylus*, *Bythinia*, *Limnaea*), přísalky (*Blepharicera*, *Liponeura*), brouci (*Elmidae*), aj. [4]

Na spodních částech kamenů žijí rozmanité druhy zoobentosu s velmi rozdílnými nároky na potravu, světlo a obsah kyslíku ve vodě (nalézáme zde např. prvoky, kolonie hub (*Ephydatia fluviatilis*) a organismy, které na nich žijí (symbionti a paraziti hub), dále mechovky (*Plumatella repens*), ploštěnky (*Tricla dida*), pijavice, plže (*Ancylus*), korýše (*Asellus aquaticus*, *Gammarus fossarum*, *Gammarus roeselii*), jepice (*Ecdyonurus*, *Rhithrogena*, *Epeorus*, *Ephemerella*), pošvatky (*Perlidae*, *Leustriidae*, *Nemouridae*), chrostíci (*Limnephilidae*, *Hydropsychidae*, *Rhyacophilidae*, *Polycentropidae*), ploštice (*Aphelocheirus*), vodule (*Torrenticola*, *Sperchon*, *Lebertia*). [4]

Mnohé druhy obývají obě strany kamenů, některé z nich pouze mění stanoviště podle denní doby (vylézají zpod kamenů v noci nebo za šera), případně v době rozmnožování. [4]

Konečně angloameričtí hydrobiologové rozlišují říční zoocenóny podle toho, jakým způsobem se daní živočichové živí. [4] Funkční klasifikace podle Cumminse definuje následující skupiny: drtiče (shredders), kteří rozmělnují velké kusy rozkládající se rostlinné tkáně (o průměru nad 1 mm) spolu s doprovodnou mikroflórou a faunou, případně se živí přímo na živých makrofytech, nebo vykusují rozkládající se dřevo; sběrače (collectors), kteří se živí především jemnými částicemi organické hmoty (o průměru 1 mm) v nánosech toku; dále škrabače (scrappers), kteří žijí na dně a seškrabují potravu (perifyton, řasy a s ní spojené mikroflóry) z minerálních a organických substrátů; spásače (grazers), kteří potravu spásají; filtrátory (filterers), kteří disponují specializovanými anatomickými strukturami (např. štětinami, kartáčovitými ústy, atd.) anebo vlákny sloužící jim jako síta pro odstranění pevných částic ze suspenze; a konečně dravce živící se tkáněmi jiných živočichů, které buď loví, nebo jimž vysávají obsah těla. [5]

2.2. Definice bentálu a bentosu ve vztahu k makrozoobentosu

Bentál (bentická zóna) je nejnižší úroveň mořských i sladkovodních, stojatých (jezero, rybník) i tekoucích (řeka, potok) systémů. Zahrnuje povrch sedimentu, vodu těsně nad ním, a některé podpovrchové vrstvy.

Bentos je společenství všech organismů žijících v bentálu (bentické zóně).

Patří sem mikroorganismy, rostliny kořenicí na dně (případně přichycené k různým podkladům) a živočichové žijící na dně a v sedimentu. Bentos lze rozdělit podle velikosti do tří skupin. Organismy do velikosti 0,1 mm se nazývají mikrobentos, organismy o velikosti 0,1 až 2 mm mesobentos a organismy o velikosti nad 2 mm makrobentos. Mikrobentos a mesobentos však bývá často slučován pod společným názvem mikrobentos. Podle příslušnosti organismů k rostlinám či živočichům se bentos označuje jako fyto-bentos a zoobentos. [6]

Společenstvo bezobratlých vykazuje sezónní životní cykly, které jsou načasovány tak, aby využilo optimálních podmínek, anebo aby se naopak vyhnulo nepříznivým podmínkám, přičemž sehrává roli řada environmentálních proměnných, včetně teploty, stavu průtoku vody a dostupnosti potravy. [7]

2.3. Habitat zoobentosu

Pojem habitat je v ekologii běžně používaný po celou dobu existence této vědy. Jeho význam úzce souvisí s pojmem nika, která představuje souhrn všech potřeb nezbytných pro život jednotlivých druhů. Oproti níce habitat představuje širší pojem, který se zakládá na prostorové dimenzi a není omezen pouze na jediný druh. Na základě toho lze habitat definovat jako lokalitu, kterou obývá jeden nebo více druhů. [8]

Habitat nelze posuzovat izolovaně od společenství organismů, které ho obývají. Pojem společenstvo bývá snazší definovat než habitat, ale je těžší ho studovat. Společenstvem označujeme skupinu druhů, které spolu žijí ve vzájemné interakci. Z toho vyplývá, že habitat je místo, kde se nachází určité společenstvo a ačkoli je reálná ekologická situace mnohem složitější, spojení pojmů habitat a společenstvo v jeden pojem (habitat-společenstvo) je z praktického hlediska možné. [8]

Důležitou součástí habitatu je pro mnoho druhů zoobentosu substrát. Makrozoobentos využívá substrát k mnoha účelům. Ukládá do něho svá vajíčka, krmí se jím, ukrývá se v něm před predátory, nebo se do něho zavrtává při nepříznivých životních podmínkách, například při zvýšených průtocích a při extrémních obdobích sucha. Studium intersticiálního prostoru v sedimentu má zásadní význam k lepšímu pochopení fyzikálních, chemických a biologických procesů, které se odehrávají v korytě. V prostoru mezi částicemi substrátu koryta řek se může transformovat a skladovat mnoho organických látek a živin. [9]

Rozměr částic sedimentu a jeho hloubka má vliv na velikost dostupného intersticiálního prostoru a jsou důležitými parametry při studiu četnosti a rozmístění zoobentosu. Hromadění jemného sedimentu zanáší a ucpává mezery, snižuje intersticiální výměnu vody, což v souhrnu vede k omezení výskytu zoobentosu v substrátu. [9]

2.4. Úloha zoobentosu jako bioindikátoru

Makrozoobentos se ukazuje jako vhodný bioindikátor reagující na více stresorů, a to na základě jeho schopnosti reagovat na různé proměnné prostředí. [10]

Hodnota bezobratlých jako biologických indikátorů kvality vody se obecně nezpochybňuje, a proto bývá struktura společenstva bentických bezobratlých často používána k monitorování životního prostředí a hodnocení vodních systémů. [11]

Mimořádnou citlivost na změny říčního prostředí vykazují pošvatky. Díky tomu představují vhodný indikátor i tam, kde jsou změny teprve v počátcích a kde máme na výběr z většího množství druhů. Naopak jepice osídlující širší niku se jako indikátor změn až tolik nehodí. [12]

Obecně patří k výhodám užití makrozoobentosu pro bioindikaci tyto faktory:

- jednotlivé druhy můžeme relativně snadno určit, protože jsou vypracovány podrobné klíče k jejich determinaci,
- metody jejich odběru jsou standardizované,
- semikvantitativní i kvantitativní vzorkování je relativně jednoduché a levné,
- žijí v podstatě ve všech tekoucích vodách,

- jejich způsob života (fáze jejich vývoje, potravní a další nároky) je relativně dostatečně popsán,
- mají omezenou pohyblivost, pohodlnou pro odběr i manipulaci s ním,
- obývají daný habitat dlouhodobě, mnohé druhy permanentně,
- jejich životní cyklus je dostatečně dlouhý, přičemž různé druhy se délkou svého života výrazně liší (od několika generací během jednoho roku až po vývoj trvající několik let),
- zahrnuje zástupce různých trofických úrovní,
- reagují dostatečně výrazně na stresy a na zhoršené životní podmínky, přičemž i expozice krátkodobým stresem po sobě zanechává známky, které můžeme zjistit ještě dlouhou dobu poté,
- známe reakce mnoha druhů na rozdílné typy znečištění,
- víme, že některé druhy představují významné kumulátory toxických látek,
- nereagují přímo na lidskou aktivitu, jako jsou například vysazování a výlov ryb, toky s vhodnými životními podmínkami rychle osidlují, případně znovu osidlují,
- představuje vhodné objekty při experimentálním monitoringu. [13,14]

Nevýhod využití makrozoobentosu pro bioindikaci je naopak jen několik. Především se jeho výskyt proměňuje v závislosti na ročním cyklu a je ovlivněn také složením koryta říčního dna (substrátu). [13]

3. Vliv environmentálních proměnných na složení říčního makrozoobentosu

Struktura říčního makrozoobentosu a její změny během roku závisí na mnoha faktorech. K těm zásadním patří průtok, přesněji trvání a intenzita rozdílných průtoků vzhledem k dalším faktorům, dále specifické trofické podmínky toku a také znečištění (chemické, organické, tepelné ad.), biogeografické a antropické vlivy. [12]

Z fyzikálně-chemického hlediska lze sledovat především následující faktory.

3.1. Kyslík

Zatímco v atmosféře je obsah kyslíku konstantní, ve vodě se jeho koncentrace mění. Zjednodušeně řečeno lze říct, že koncentrace kyslíku ve vodním prostředí je funkcí teploty, obsahu biologicky rozložitelných organických látek a fotosyntézy. [15]

Do vody se kyslík dostává několika způsoby, které se obvykle doplňují, avšak jeden bývá dominantní. První možností je, že kyslík proniká do vody difuzí přímo z atmosféry. U klidných toků je tento proces velmi pomalý a nemá větší vliv, zato u toků výrazně turbulentních (peřeje apod.) se v některých místech může voda kyslíkem dokonce přesytit. [3]

Druhou možností je nasycování vody kyslíkem díky asimilační činnosti vodních rostlin, přičemž je třeba zohlednit poměr asimilace a disimilace. [3, 16] To hraje roli především v nižších úsecích toku a ve stojatých vodách, které nejednou vegetací celé zarůstají. [15] Na koncentraci kyslíku ve vodě však mají vliv pouze části rostlin, které jsou ponořeny pod hladinou, zatímco rostliny, které plavou na hladině nebo vystupují nad hladinu, nejsou relevantní, protože produkují kyslík přímo do atmosféry. [3]

Nasycení kyslíkem dále kolísá v závislosti na teplotě vody, přičemž čím je voda chladnější, obsahuje kyslíku více, naopak s narůstající teplotou kyslík ve vodě ubývá. [3]

Nestejně nasycení kyslíkem je v této souvislosti dáno i teplotním rozvrstvením vody (teplotní stratifikací vody) v rámci jednoho úseku téže řeky. [17] Obecně platí, že směrem od hladiny ke dnu koncentrace kyslíku klesá. [18]

Svou roli sehrává také atmosférický tlak (s jeho zvyšováním se koncentrace kyslíku zvyšuje) a salinita (s jejím zvyšováním koncentrace kyslíku klesá). [3]

Ovlivňovat nasycení kyslíkem může i případné znečištění vody. Neznečištěné toky bývají obvykle nasyceny v rozmezí 85% až 95%, v teplých měsících měříme zpravidla hodnoty koncentrací od $8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ do $12 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ a v zimních měsících od $6 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ do $8 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$. Rozkladné procesy v organicky znečištěných vodách naopak nasycení kyslíkem významně snižují, u silně organicky znečištěných vod může koncentrace dokonce klesnout až k nule. [15]

Kyslík představuje velmi výrazný faktor oživení vody. Tam, kde je ho málo, života ubývá, ve vodách s minimální nebo nulovou koncentrací kyslíku žijí jen některé bakterie. [3]

Nároky různých druhů zoobentosu na kyslík se značně liší. Mnohem vyšší nároky na koncentraci mají druhy osidlující torrentilní úseky řek, pro které bývají obvykle dobře prokysličené a mívají celoročně relativně konstantní teplotu. Organismy s vysokými nároky na koncentrace kyslíku nazýváme stenoxybiontními. [3,16]

Jelikož tekoucí voda obsahuje více kyslíku než stojatá, můžeme pozorovat, že u většiny torrentilních živočichů došlo k redukci vnějšího dýchacího aparátu. [14] Například u larev jepic druhu *Baëtis alpinus* vidíme až o polovinu kratší žaberní lupínky než je tomu u příbuzných druhů jepic žijících v tekoucích vodách nížin (např. *Baëtis bioculatus*, *Baëtis tracheatus*). [16]

Na krátkodobý pokles kyslíku se některé druhy torentikolního zoobentosu adaptovaly schopností navyšovat absorpci kyslíku pomocí dodatečných dýchacích pohybů, často velmi nápadných, jak můžeme vidět například u pošvatek rodu *Perla* (ty zavadají své tělo od podložky a zase ho k němu přitahují, jako by dělaly kliky). Naopak jiné druhy zoobentosu zvládají krátkodobý pokles kyslíku tak, že redukují tělní metabolismus a tedy i spotřebu kyslíku. Možností je i řešení zalézáním do hlubších vrstev dna, do hyporeálu. [3, 19]

Nižší nároky na kyslík má makrozoobentos obývající tekoucí vody nížin a stojaté vody. Zcela nejnížší nároky pak organismy žijící trvale v bahně (např. nitěnky). Některé druhy zoobentosu mají dokonce schopnost přechodně přežívat i zcela bez kyslíku (např. nitěnky a pakomáři). [3] Druhy nenáročné na koncentrace kyslíku se označují

souhrnně jako euryoxybiontní. Díky tomu mohou být jejich habitatem i organicky znečištěná prostředí, dokonce i odpadní vody. [6]

3.2. Teplota

Teplota tekoucích vod podléhá jinému režimu než teplota vod stojatých. Avšak jako ve všech vnitrozemních vodách i zde můžeme sledovat krátkodobé denní a noční, ale i sezonní výkyvy teploty vlivem několika faktorů. [3, 18]

Pro tekoucí vody jsou těmito faktory vedle roční doby a slunečního světla (oblačnosti) také nadmořská výška a zeměpisná šířka. [3]

Průměrná teplota toků v České republice se pohybuje v rozmezí od 5 °C do 12 °C (nejčastěji 9 °C). Nejnižších teplot dosahuje během ledna a února, nejvyšších pak během června a července (ovšem v tocích pod nádržemi až během srpna). [3]

Kolísání teploty vody ovlivňuje komplikovaná kombinace faktorů, z nichž mají nejvýznamnější vliv sluneční záření a teplota vzduchu. Sluneční záření představuje hlavní zdroj tepla pro naši planetu, podílí se na jejím ohřevu z 99,98%. Geotermální teplo, vlastní vnitřní tepelný zdroj Země, zbylými 0,02%. Když pomineme jevy jako skleníkový efekt v důsledku lidské činnosti, má činnost člověka pro ohřev vody globálně minimální vliv. Může však být velmi významná lokálně, například je-li voda říčních toků využívána pro chladicí účely (v jaderných elektrárnách i v elektrárnách spalující fosilní paliva, v průmyslu). Lidskou činností navýšená teplota mívá zpravidla negativní dopad na život ve vodních tocích, a proto bývá označováno jako tzv. tepelné znečištění. [3, 16]

Pokud jde o teplotu v závislosti na členění řeky podle nadmořské výšky, v horských a podhorských tocích dosahují výkyvy do 10 °C, ve středních tocích se pohybují nad 10°C a v dolních tocích výkyvy leckdy přesahují i 15 °C. [3, 16]

Proměny teplot závisí také na horizontálním a vertikálním členění toku. Rozdíly ve vertikálním směru bývají v tekoucích vodách minimální, díky turbulentnímu proudění. [3] Peřejnaté toky se vyznačují dokonce tzv. vertikální homotermií, tedy výskytem stejné teploty v různých vrstvách vody napříč řezem vedeným od hladiny ke dnu. [18]

Rozdíly teplot v horizontálním směru bývají u tekoucích vod větší, zvláště v létě, kdy se voda u břehů zahřívá rychleji než voda v proudnici. V zimě to pak bývá naopak, takže led postupuje od břehu, ovšem rozdíly teplot už nebývají tak výrazné. [3]

Lokální teplotní diferenci způsobují vedle činnosti člověka také faktory, jako jsou zastínění anebo chladnější přítok. [16]

Teplota představuje důležitý ukazatel kvality vody a je jedním z hlavních faktorů určujících její chemickou a biochemickou reaktivitu. [3] Ovlivňuje hustotu a viskozitu vody, rozpustnost plynů (zvláště kyslíku) i pevných látek a rychlost mnoha dalších biochemických procesů v ní, a tím i celý proces samočištění. [3, 15]

Při teplotách těsně nad nulou dochází k biochemickým reakcím jen velmi pomalu, příkladem může být nitrifikace. [15]

Bez údaje o teplotě se tedy nelze obejít při mnoha úkonech: při výpočtech chemické rovnováhy ve vodě (například při posuzování agresivity vody), při výpočtech biochemické spotřeby kyslíku, při hodnocení samočištění ad. [15]

Teplota ovlivňuje přímo i život ve vodě. Její vliv na vodní biotu je již dlouho uznáván a byl identifikován jako odpovědný za distribuci a bohatost druhů podél latitudinálních a altitudinálních gradientů. [20]

Teplota vody v závislosti na ročním období významně ovlivňuje početnost vodních živočichů. Na vyšší hustotu populace při letních měřeních upozornil už i FRIBERG et al. (2001). [21]

Teplota ovlivňuje rychlost rozkladu organických látek, určuje intenzitu dýchání a trávení organismů (při navýšení o 10 °C, se procesy urychlují dvakrát až třikrát), čas rozmnožování, i rychlost průběhu jednotlivých částí vývojového cyklu. [3]

Teplota je uvedena například jako jeden z významných faktorů ovlivňujících vývojový cyklus a velikost posledního larválního stadia jepic *Ephemera danica* a *Heptagenia sulphurea*. [16]

Důsledkem vyšších teplot vody je pokles koncentrace kyslíku ve vodě. V případě, že k tomu dojde v úseku, kde bývají obvykle koncentrace kyslíku vyšší, zdejší makrozoobentos tím bývá obvykle stresován. Zvýšení teplot doprovází často urychlení

vývoje larev vodního hmyzu, který pak opouští vodu i v době, kdy se mu nedostává potravy a ten pak hyne hladem. [3]

Tepelná energie uvolňovaná při chlazení v elektrárnách a průmyslových provozech může významně zvyšovat teplotu toku, ale mívá i další dopady na jeho charakter. Zásahem do přirozeného koryta toku dochází i ke změnám proudu a substrátu. Souhrnně to zpravidla mívá za následek drastické změny ve struktuře a funkci vodního společenstva. [22]

Letální (smrtelné) účinky na většinu organismů ve vodě má teplota v případě, že překročí hranici 32°C. [3]

3.3. pH

pH je významný indikátor výskytu jednotlivých forem některých prvků ve vodách, hodnota pH je kritériem pro stanovení agresivity vody a také významný faktor účinnosti mnoha procesů (fyzikálně-chemických, chemických i biologických) úpravy a čištění vod. [15]

V neznečištěných přirozených vodách se hodnota pH pohybuje obvykle v rozmezí od 6 do 8,5. V čistých přírodních vodách je hodnota pH v rozmezí od 4,5 do 9,5 určena tzv. uhličitánovou rovnováhou. K faktorům, které ji ovlivňují, patří například huminové látky (tj. látky, které vznikají při rozkladu těl rostlin a které se dále rozkládají minimálně) a kationty snadno podléhající hydrolýze (např. Al, Fe). Pokles pH pod hodnotu 4,5 bývá výsledkem působení kyselin, anorganických i organických. Naopak navýšení hodnoty pH nad 8,3 způsobují vedle hydrogenuhlíčanů rovněž ionty CO_3^{2-} . K hodnotám pH nad 10 obvykle přispívají hlavně ionty OH^- . Přírodní vody s extrémními hodnotami pH jsou jednak vody rašelinišť (pH 3), jednak vody s vysokým obsahem uhličitánů a bohatou vegetací (pH 10). [3, 15]

pH přírodních vod se mění v důsledku mnoha faktorů. K těm nejdůležitějším patří rozkladné procesy ve vodě, přítoky neutrální vody během jarního tání, vliv vegetace a kyselá dešť. V případě kyselých dešťů se míra jeho vlivu na pH vodního prostředí odvíjí od pufrční schopnosti daného prostředí, tj. schopnosti odolávat působení kyselých pH vlivů – například kyselá dešť příliš neovlivní hodnoty pH u vody z oblastí, kde nacházíme podloží bohaté na vápník. [3] Obecně lze říct, že dochází k mnohem

výraznějším výkyvům ve vodách stojatých než ve vodách tekoucích. Směrem k dolním tokům pH mírně roste. Ke zvýšení pH během léta dochází vlivem zvýšení sedimentace a následného vrácení pufrací schopnosti. [15, 17]

Vliv pH na život ve vodě může být nepřímý i přímý.

pH přímo ovlivňuje schopnost ryb a jiných vodních organismů regulovat základní životní udržující procesy, především výměnu plynů a solí. K těmto velmi důležitým fyziologickým procesům dochází u většiny vodní bioty v relativně širokém rozmezí hodnot pH (například pH 6-9). Neschopnost adekvátně regulovat tyto procesy může vést k řadě negativních efektů (například ke snížené rychlosti růstu), a dokonce i k úmrtí, pokud pH přesáhne hranici fyziologické tolerance. [23]

Obecně platí, že největší rozmanitost života najdeme v neutrálních vodách a pak spíše v zásaditějších než v kyselějších. [24]

Druhy bezobratlých, u kterých dochází k výměně dýchací plynů a regulaci iontů prostřednictvím žaber (například u jepic a pošvatek) anebo u druhů postižených krevní acidobazickou nerovnováhou, může dojít k účinkům, jaké známe u ryb (např. respirační stres a osmotická nerovnováha v důsledku příliš kyselého prostředí). [23]

Různé organismy mají různou toleranci na pH a určité změny pH u nich vyvolávají různé reakce, například se přestávají množit. Extrémy jak v kyselém tak v zásaditém pásmu představují limitující faktory života. Rovněž letální hranice je u různých druhů bakterií, hub, rostlin a živočichů různá. [3] Například jepice patří k vodnímu hmyzu, který je nejcitlivějších na nízké hodnoty pH; citlivost pošvatek a chrostíků je v tomto ohledu poněkud menší. [25]

Nepřímo působí míra pH jako faktor uvolňování různých toxických látek. V kyselém prostředí dochází především k uvolňování dvojmocného železa a hliníku, v zásaditém prostředí zase k uvolňování čpavku z amonných solí. [3]

pH má rovněž vliv na přítomnost nebo absenci řas a odtud ovlivňuje skladbu zoobentosu tříděného podle způsobu získávání potravy. Fauna toků s nízkým pH se obvykle skládá z drtičů (organismů živících se listy, které spadají do proudu), sběračů (organismy, které filtrují nebo shromažďují částice organických látek z vody) a dravců.

Nízké pH pak vytlačuje druhy, které se živí řasami, jenž patří do potravní skupiny škrabačů. [26]

Neexistuje žádné určité rozmezí pH, které by bylo bezpečné pro všechny vodní organismy. Spíše lze u jednotlivých druhů sledovat postupný nárůst negativních dopadů při postupném zvyšování nebo snižování hodnot pH oproti specifickému optimu pro daný druh. [23]

3.4. (Elektrolytická) konduktivita

Dřívější označení konduktivity bylo měrná elektrolytická vodivost. [15]

Podle definice jde o míru koncentrace ionizovatelných anorganických a organických složek vody. [14] V případě přírodních a užitkových vod, ve kterých je koncentrace organických látek nízká, je konduktivita dána mírou obsahů anorganických elektrolytů (aniontů a kationtů), tj. mírou rozpuštěných solí. [3, 15]

Ze staršího názvu konduktivity vyplývá její zásadní vlastnost, a totiž to, že díky ní se stává voda vodivou. Čím více solí je ve vodě rozpuštěno, tím je voda vodivější. [3]

Pro konduktivitu se používá jednotka $S \cdot m^{-1}$, v hydrochemii a analytice vody pak $mS \cdot m^{-1}$. Ve starší literatuře je možno narazit na jednotku $\mu S \cdot cm^{-1}$. [15]

Míra konduktivity závisí na mnoha faktorech. K těm nejvýznamnějším patří: koncentrace iontů, jejich nábojové číslo a teplota vody. Při změně teploty o stupeň Celsia dochází ke změně konduktivity minimálně o 2 %. [17] Právě kvůli závislosti konduktivity na teplotě se hodnoty naměřené v terénu obvykle přepočítávají na teplotu 25°C. [6]

Konduktivita povrchových a podzemních vod se pohybuje nejčastěji v rozmezí od 5 $mS \cdot m^{-1}$ do 50 $mS \cdot m^{-1}$. [15]

Na vodivost nemají zásadnější vliv ani sezónní ani lokální výkyvy. Obecně bývá nižší v zimním období. Jeho hodnoty narůstají podél toku. [12]

Vliv konduktivity na makrozoobentos je dán především nároky těchto živočichů na stavbu jejich vnější tělesné schránky.

Experimenty dokázaly, že bentické organismy vyžadují ke svému životu určité minimální koncentrace některých iontů. K nejcitlivějším bezobratlým na tvrdost vody se

radí měkkýši a korýši. Ti vyžadují pro svou inkrustaci CaCO_3 vyšší příjem vápenatých iontů, a tudíž se zpravidla nevyskytují ve velmi měkkých vodách. Ve vodách s hodnotami Ca^{2+} pod 25 mg/l nacházíme druhy měkkýšů v poloviční diverzitě a ve vodách s koncentracemi pod 3 mg/l je nacházíme zřídka. Platí to hlavně pro stojaté vody, v tekoucích vodách není tato závislost až tolik znatelná. Příčinu lze najít v tom, že druhy z tekoucích vod dokáží extrémně ředit tkáňové tekutiny.

Obecně je minimální koncentrace nutná k zamezení rozpuštění schránky daných organismů a tedy i k jejich přežití 2-2,5 mg/l. K velmi nenáročnému taxonu na tvrdost vody patří korýši rodu *Gammarus*, jejichž zástupci se spokojí s koncentracemi okolo 3 mg/l Ca^{2+} .

Vliv konduktivity nabývá na významu i v souvislosti s jejím umělým navýšením v zimních měsících, kdy je do toků splavována NaCl z pozemních komunikací. Podle výzkumů jsou pro většinu vodních bezobratlých toxické až koncentrace v jednotkách g/l, přičemž ovšem platí závislost, že toxicita roste se vzrůstající teplotou. Přímý vliv zvýšené koncentrace NaCl z posypů na strukturu společenstva makrozoobentosu se ale zatím nepodařilo dokázat. [27]

3.5. ORP, oxidačně-redukční potenciál

Oxidačně-redukční potenciál (ORP, redox) je podle definice „složený parametr celkové intenzity oxidačních nebo redukčních podmínek v systému a odráží stupeň vyváženosti mezi oxidačními a redukčními procesy.“ [28]

V přírodních vodách ho určuje především mírou rozpuštěného kyslíku. Tam, kde jsou koncentrace kyslíku nízké, stávají se rozhodujícími činnosti jiné oxidačně-redukční systémy. [15]

V přírodních a užitkových vodách se míra ORP pohybuje obvykle v rozmezí od 500 mV do 500mV. [15]

ORP sice není těžké změřit, ale ke správnému zhodnocení výsledků je třeba zvážit řadu faktorů. Hlavně to, že procesy, ke kterým dochází v přírodě, jsou většinou ireverzibilní, že probíhá paralelně více reakcí, jejichž rychlost bývá zpravidla velmi nízká, a že se všechny parametry neustále mění, především pH, které hodnotu ORP ovlivňuje

zvláště významně. To je důvodem, proč se naměřené hodnoty ORP zpravidla neshodují s hodnotami, které lze vypočíst ze složení vody. [15]

3.6. Proud

Proud představuje základní charakteristiku tekoucích vod. Jeho rychlost se odvíjí v první řadě od míry spádu toku. [3]

Dalšími faktory ovlivňujícími rychlost proudu jsou to, jaký má koryto tvar, jaký je materiál dna a břehů a jaké částice proud unáší (hlína, listí, kmeny stromů apod.). Průměrná rychlost proudu se zvyšuje směrem od pramene k dolnímu toku [23]. Pohyb částic (včetně částic samotné vody) se v různých místech horizontálního řezu liší. V proudnici je nejrychlejší, nejpomalejší je naopak u břehu. [18]

Podle rychlosti proudu se úseky toků dělí na rychle tekoucí a pomalu tekoucí. [18]

Torrentilními nazýváme úseky, které se vyznačují peřejemi s většími spádovými profily. Naopak fluviatilními úseky s pomalým až neznatelným proudem. Specifická označení se užívají pro delší úseky toků. Je-li v nich proud rychlý, nazýváme je lotické, naopak je-li pomalý, říkáme jim lenitické. [18]

Proud ovlivňuje významně rozmístění živočichů i rostlin v toku. Největší vliv na mobilitu živočichů má na horním toku, kde je voda turbulentní a mělká. Zvláště bentosu zde hrozí vysoké nebezpečí odplavení, zvláště při navýšení průtoků po deštích. [23]

Kolísání průtoků od nulových přes minimální až k extrémně vysokým lze pokládat za přirozený příklad ekologické disturbance v ekosystému tekoucích vod. Zdejší organismy jsou na tyto výkyvy adaptovány, a přestože může na stanovišti v důsledku těchto výkyvů docházet dočasně k úbytkům počtu jedinců daného druhu, zpravidla se početnost po čase vrací do normálu. [12]

Jak už bylo naznačeno, jednosměrné proudění vody, zvláště je-li silné, představuje významný ekologický faktor, na který se živočichové vodních toků museli adaptovat. Přizpůsobení vedlo mnoha směry, které jsou si mnohdy zcela protichůdné.

Obecně lze říct, že zatímco u větších živočichů došlo k adaptaci směrem k lokomační schopnosti (příkladem jsou ryby, které se dokáží samy pohybovat v proudu

a překonávat vlastní silou jeho odpor), u menších živočichů došel vývoj ke strategii osidlovat místa, kde proud nedosahuje takové intenzity, tedy na dně, ve vegetaci a u břehů. [18]

Nejprimitivnějším způsobem, jak se drobní živočichové adaptovali na proud, je ten, že žijí pevně přichycení k podkladu (ke kamenům, kusům dřeva apod.) Tak se vyrovnávají s proudem houby, mechovky, ale také například někteří chrostíci ve svých zbudovaných schránkách. [19]

Další možností adaptace je využití prostředků, které živočichům umožňují pohyb navzdory proudu a přitom zabraňují jejich odplavení. Pro udržení v proudu jim slouží různá zachytná zařízení: výrůstky, výčnělky, trny, drápy, háčky, přilnavé plošky, přísavky a podobně. [19]

Tyto prostředky se u různých druhů vyvinuly na nejrozličnějších částech jejich těl: na nohách, na částech hrudi nebo zadečku, ale i na hlavě, případně jinde. [19]

Mimořádně mají vyvinuty své přísavky například pijavice (viz příloha 1, obr. 1). U dravých chrostíků z čeledi *Rhyacophilidae* (viz příloha 1, obr. 2) a *Polycentropidae* (viz příloha 1, obr. 3) se vyvinuly hákovité pošinky, které jim umožňují zachycovat se na nejrozličnějších podkladech. [19]

Pakomáří larvy disponují soustavu háčků, které se jim vyvinuly na pošinkách a na panožkách. Druhy jepic preferující silnější proud se adaptovaly hned několika prostředky zachycení: jejich končetiny jsou opatřeny koncovými drápkami s malými zoubky (viz příloha 1, obr. 4), larvy jepice rodu *Rhitrogena* (viz příloha 1, obr. 5) mají jedinečnou přísavku, která je vytvořena zčásti adaptací žaber na břicho a zčásti adaptací prvního páru žaberních plátek. [19]

K zachycení může přispívat i řídké ochlupení především na nohou. Obecně lze sledovat výrazný rozdíl v ochlupení mezi dvěma skupinami druhů: na jedné straně těmi, které obývají proudy (hovoříme o torrentilních, tj. proudobytných druzích), a na druhé straně druhy, které žijí ve stojatých vodách. Jako příklad můžeme uvést právě larvy jepic – srovnajme zástupce rodu *Baëtis* (viz příloha 1, obr. 6) se zástupci rodu *Cloëon* (viz příloha 1, obr. 7), kteří žijí ve stojatých vodách. [19]

Velmi účinnou adaptací proti odplavení je také mobilní přilnutí pomocí lepivých výměšků, jakými mohou být sliz, tmel, vlákna apod. Často se toto řešení doplňuje jinými způsoby zachycení. Například u muchniček tvoří slizová vlákna, produkovaná slinnými žlázami, jen podporu základního zachycení, které zajišťuje soustava háčků na zadečku.

Specifickým využitím slizu je jeho distribuce na povrchu jedné svalnaté nohy, která opatřuje mobilitu organismu a zamezuje jeho odplavení. Tak jsou adaptováni na proud ploštěnky (*Tricladida*) a plži (např. *Ancylus*, *Limnaea* – viz příloha 1 - obr. 8, *Bithynia*). [4, 19]

Lepkávlákna mohou sloužit i k tvorbě sítí, které organismy využívají nejen ke svému ukotvení, ale i k zachytávání a lovu potravy. Tato adaptace je typická pro chrostíky (*Hydropsyche*, *Neureclipsis*). [4, 19]

Mnoho druhů říčního zoobentosu se vyrovnává s proudem (a terénem dna) i specifickým tvarem svého těla. Existuje několik základních konstrukčních řešení. U některých druhů je výsledkem adaptace zploštělé, případně štíhlé tělo. Příkladem druhu s laterálně zploštělým tělem vhodným k pohybu mezi kamínky je blešivec (viz příloha 1, obr. 9). Kapkovitý zploštělý tvar (v příčném řezu elipčitý, vejčitý ale i kruhovitý) mají především druhy obývající povrchy kamenů například jepice (*Baëtis* – viz příloha 1, obr. 6) a pošvatky (*Leuctra* – viz příloha 1, obr. 10). Dorzoventrálně zploštělý tvar těla je typický pro larvy jepic *Ecdyonurus*, *Epeorus*, larvy pošvatek *Perla*, *Dinocras* (viz příloha 1, obr. 11), ploštice *Aphelocheirus*, larvy brouků *Elmis*, aj. [4, 19]

Energeticky náročnou, avšak velmi účinnou adaptací proti stržení proudem je tvorba zátěže, která navyšuje hmotnost těla. Tato strategie je charakteristická především pro chrostíky (např. *Anabolia*, *Silo*), kteří si z nejrůznějšího materiálu (šterk, dřívka apod.) budují příbytky. [4, 19]

Zoobentosu se nabízí ještě poslední způsob, jak se vyrovnat s proudem. Může si vybudovat úkryt z okolního materiálu, nebo zalézt do hlubších částí dna (do hyporeálu, respektive do průlinové – intersticiální – vody vyplňující drobné prostory ve dně a po stranách říčních koryt). Jedné z těchto možností využívají snad všechny druhy zoobentosu aspoň v jedné fázi svého vývojového cyklu. [4, 19]

Přirozené nasměrování těla zoobentosu je čelem proti proudu a rovněž jeho přirozený pohyb je neustále tímto směrem. Tyto dvě preference nazýváme souhrnně jako

pozitivní reotaxe. [4, 9] Přitom se tyto organismy snaží o udržení stálého kontaktu s podkladem, což nazýváme pozitivní thigmotaxe. [4]

Ani ty nejdůmyslnější prostředky zachycení však nedokáží předejít tomu, aby převážně v době zvýšených průtoků nedocházelo k masivnímu strhávání zoobentosu proudem. [4]

Obecně lze konstatovat, že úseky s proudící vodou poskytují podmínky pro početnější a rozmanitější společenstvo makrozoobentosu. V sedimentech úseků s pomalým proudem však najdeme druhy, které se v torrentilních úsecích zpravidla nevyskytují (nitěnky, larvy pakomárů, červi ad.). Tyto druhy bývají mnohem tolerantnější k organickému znečištění a nemívají vysoké nároky na koncentraci kyslíku apod. [13]

V lotických systémech představuje makrozoobentos všudypřítomný přechod mezi vyšší a nižší trofickou úrovní. Může indikovat proměny a obnovu dlouhodobých podmínek životního prostředí. [22]

Síla proudu určuje také tvar dna, například přítomnost naplavenin, včetně naplavenin dřeva, a dále dutin nebo překážek, jako jsou velké kameny. To všechno následně ovlivňuje nejen přítomnost zoobentosu, ale také ryb, které se zde ukrývají. [29]

4. Metodika zpracování

Na základě systému RIWPACS¹ vznikla v ČR metoda PERLA. Metoda je pojmenována podle rodu pošvatek *Perla*. Jejím principem je komparace referenční a hodnocené lokality. Účelem metody je příprava systému, který umožňuje monitoring ekologického zatížení tekoucích vod, a to prostřednictvím zaznamenaných antropogenních vlivů na makrozoobentos. Jako softwarová podpora metody PERLA byl vyvinut program HOBENT, který je součástí metody. [30]

Jelikož byla metoda PERLA vyvinuta výhradně pro odběr vzorků makrozoobentosu z tekoucích vod, kterými se lze brodit, je její využití omezené jen na některé úseky vodních toků za určitých stavů vodnosti. [30]

Před samotným odběrem je nezbytné zjistit všechny přítomné habitaty a odhadnout jejich procentuální podíl na celkové ploše úseku odběru. Odběrům v jednotlivých habitatech pak věnujeme čas přímo úměrně tomu, nakolik se jejich plocha podílí proporčně na celkové ploše odběru. [30]

Habitaty se liší podle různých kritérií. K těm významným patří: rychlost proudu, vzdálenost od břehu, přítomnost nebo absence vodních rostlin nebo pobřežních rostlin splývajících do vody, dřeviny, kořenové systémy a kameny ponořené ve vodě, substrát (kameny, štěrky, písek, jemné sedimenty ad.). [30]

Odběr se provádí jako standardní tříminutové multihabitatové vzorkování (ČSN 757703) pomocí tzv. kopacího vzorkování (kick sampling), kdy výzkumník rozrušuje dno nohou nebo rukou do hloubky 5-10 cm a nechává, aby proud strhl zvířený sediment s makrozoobentosem do nastavené bentické sítě. [30]

¹ Systém RIVWPACS (River invertebrate Prediction and Classification System) vznikl ve Velké Británii za účelem hodnocení pomocí společenstva makrozoobentosu. Jeho podstatou je predikce skladby makrozoobentosu v určité lokalitě, a to na základě naměřených proměnných, jimiž bývají délka toku, nadmořská výška, rozloha povodí, šířka a hloubka toku, průměrná rychlost toku, charakter břehů a okolní vegetace aj. Následuje komparace s makrozoobentosem odchyceným v dané lokalitě. [3]

V silnějším proudu je možno síť od rozrývaného místa vzdálit o něco více, aby do sítě nevnikal splavovaný písek. K zamezení vyplavování nasbíraného makrozoobentosu je nutné obsah sítě během vzorkování průběžně vyprazdňovat do nádoby. [30]

Do času odběru se pochopitelně nezapočítává čas, kdy se výzkumník brodí tokem a hledá vhodné místo pro odběr. [30]

4.1. Metodika odběru vzorků

Odběr vzorků byl proveden podle výše zmíněné metody PERLA.

Na každé z lokalit jsem nejprve ve dvouminutových intervalech odebírala vzorky pomocí ruční bentické sítě a tzv. kopací techniky (kicking sampling), přičemž jsem do stanoveného času započítávala jen dobu rozrušování dna. Vzorky z bentické sítě jsem přímo v terénu zbavila hrubších sedimentů: větviček, listů apod. Poté jsem vzorky postupně přenesla na bílé fotomisky (30x50 cm), udělala fotodokumentaci a uložila do epruvet, kterých bylo použito na každém stanovišti pět, aby zůstaly odděleny nálezy z různých míst kamenů (svrchní strana, spodní strana, boční strany, mrtvá zóna) a z bentické sítě. Organismy jsem zafixovala 80% etanolem. Datum a místo odběru jsem zaznamenala na epruvety vodostálým fixem. Nakonec jsem vyplnila odběrový protokol.

Dále jsem na každé lokalitě provedla sběr kamenů o délce minimálně 15 cm. Sbírala jsem vždy jeden kámen na metr průběžné šířky toku. Organismy z povrchu kamenů jsem strhávala pinzetou a zaznamenávala jsem, jestli byly nalezeny na svrchní, spodní nebo boční straně kamene, případně v mrtvé zóně. Zároveň jsem také udělala fotodokumentaci.

K odběru došlo v květnu na 4 vzorkovacích plochách, v září na 3 vzorkovacích plochách (z důvodu zvýšené hladiny toku, který znemožňoval odběr) a to jednorázově (během jednoho dne).

Pro determinaci biologického materiálu jsem později v laboratoři využila mikroskopickou techniku (preparační mikroskop pro zvětšení v rozsahu cca 10–100x a světelný mikroskop pro zvětšení v rozsahu cca 400–1000x). Determinaci vzorků jsem prováděla do úrovně řádu až druhu a zaznamenávala ji do determinačního protokolu.

Kromě monitoringu makrozoobentosu jsem v terénu měřila také vybrané abiotické faktory: pH, rozpuštěný kyslík, oxidačně redukční potenciál, konduktivitu a teplotu.

4.2. Vymezení lokality

Na množství a rozmístění makrozoobentosu má vliv řada proměnných. Mezi nejdůležitější z nich patří charakter říčního dna (substrát), rychlost a hloubka toku a dostupnost potravy. Vhodné místo k odběru je proto rozhodujícím faktorem pro získávání relevantních výsledků. [13]



Mapa 1: mapa všech vybraných lokalit [33]

4.3. Charakteristika vybraného toku

Řeka Ostravice má počátek na soutoku Bílé Ostravice a Černé Ostravice u obce Staré Hamry v Moravskoslezských Beskydech. Prameništěm Bílé Ostravice, která se pokládá za hydrologicky pramennou celé řeky, je lokalita Bílá-Hlavatá na česko-slovenské hranici (západně od Bumbálky). Od pramene až k soutoku s Černou Ostravicí měří Bílá Ostravice necelých 10 km. Řeka s názvem Ostravice dále teče v délce 54 km a vlévá se jako pravostranný přítok do Odry. Na této trase je rovněž 6 km úsek zátopu přehrady Šance. Sklon řeky se v úseku od nádrže Šance po ústí do Odry mění z 9 na 1,5 promile. Část řeky Ostravice je součástí chráněné krajinné oblasti Beskydy. Od přehrady Šance až po ústí do Odry (cca 46 km) je koryto řeky upraveno. Pod obcí Ostravice se nacházejí jedinečné tzv. peřeje. Ty mají status chráněného přírodního výtvaru. [31]

Povodí řeky Ostravice měří 827,4 km². Z větších měst protéká řeka Frýdlantem nad Ostravicí, Paskovem, Frýdkem-Místkem a Ostravou. [32]

V pojetí Plánu dílčího povodí Horní Odry se Ostravice dělí na 6 částí (oficiálně vodních útvarů povrchových vod): Bílá Ostravice až po vzdutí vodního díla Šance, samotné vodní dílo Šance, úsek od vodního díla Šance po Čeladenku, úsek od Čeladenky po Morávku, úsek od Morávky po Lučinu a úsek od Lučiny po ústí do Odry. [31]

Původní vegetace dolního toku řeky, kterým jsou jasanovo-olšové luhy a vrbové křoviny šterkových náplavů, se zachovala jen fragmentárně, a to pouze v bezprostředním okolí toku. Převládajícím současným biotopem pobřeží řeky jsou šterkové náplavy s třtinou pobřežní (*Calamagrostis pseudophragmites*) a vrbové křoviny šterkových náplavů s vrbou šedou (*Salix elaeagnos*). Významné jsou také porosty s vrbou nachovou (*Salix purpurea*), vrbou křehkou (*Salix fragilis*), vrbou trojmužnou (*Salix triandra*), vrbou lýkovicovou (*Salix daphnoides*) a olší šedou (*Alnus incana*).

Z chráněných druhů vodních organismů lze v Ostravici najít například mihuli potoční (*Lampetra planeri*), střevli potoční (*Phoxinus phoxinus*), vranku obecnou (*Cottus gobio*) a vranku pruhoploutvou (*Cottus poecilopus*). [34]

4.4.Charakteristika odběrových míst

Lokalita 1

Odběrové místo se nachází zhruba sto metrů od mostu přes řeku v městě Pržno, souřadnice lokality jsou 49°36'29"N, 18°21'29"E. (viz příloha 2, mapa 2)

Břehy jsou zarostlé křovinami a travinami, zastínění toku je menší než 10 %.

V řece se nachází balvany (12–25 %), kameny (25–50 %), hrubý štěrk (12–25 %), štěrk (6–12 %), drobný štěrk (6–12 %), submerzní vegetace (6–12 %), emersní vegetace (12–25 %), marginální vegetace (>50 %).

Šířka toku dosahuje od 5 do 10 m, hloubka toku kolísá v závislosti na srážkách od 0,5 do 1 m. Proudění je v tomto úseku řeky laminární a slabě turbulentní. Vodnost byla v měsíci květnu malá, v měsíci září velká. Podíl lentických úseků činil v květnu 10–25 % a v září <10 %.



Obr. 12: Lokalita 1 (foto autorka)

Lokalita 2

Odběrové místo se nachází zhruba dvě stě metrů nad ústím Morávky, souřadnice 49°40'15"N, 18°21'33"E. (viz příloha 2, mapa 3)

Břehy jsou zarostlé křovinami a travinami, zastínění toku je menší než 10 %. Dále od břehu se nachází listnatý les.

V řece se nachází balvany (6–12 %), kameny (25–50 %), hrubý štěrk (12–25 %), štěrk (6–12 %), drobný štěrk (12–25 %), submerzní vegetace (<6 %), emersní vegetace (6–12 %), marginální vegetace (25–50 %).

Šířka toku dosahuje od 5 do 10 m, hloubka toku kolísá v závislosti na srážkách od 0,5 do 1 m. Proudění je v tomto úseku řeky laminární a slabě turbulentní. Vodnost byla v měsíci květnu malá, v měsíci září velká. Podíl lentických úseků činil v květnu <10 % a v září také <10 %.



Obr. 13: Lokalita 2 (foto autorka)

Lokalita 3

Odběrové místo se nachází zhruba dvě stě metrů od nádraží v obci Lískovec. Souřadnice jsou: 49°41'52"N, 18°19'36"E. (viz příloha 2, mapa 4)

Břehy jsou zarostlé travinami, místy i křovinami, zastínění toku je menší než 10 %. Dále od břehu se nachází listnatý les, až k toku dosahuje jen místy.

V řece se nachází balvany (12–25 %), kameny (>50 %), hrubý štěrk (12–25 %), štěrk (6–12 %), drobný štěrk (12–25 %), submerzní vegetace <6 %), emersní vegetace (6–12 %), marginální vegetace (25–50 %).

Šířka toku dosahuje od 5 do 10 m, hloubka toku kolísá v závislosti na srážkách od 0,5 do 1 m. Proudění je v tomto úseku řeky laminární-slabě turbulentní. Vodnost byla v měsíci květnu malá, v měsíci září velká. Podíl lentických úseků činil v květnu 10 - 25 % a v září <10 %.



Obr. 14: Lokalita 3 (foto autorka)

Lokalita 4

Odběrové místo se nachází zhruba sto metrů nad mostem přes řeku ve městě Vratimov. Souřadnice: 49°46'13"N, 18°17'50"E. (viz příloha 2, mapa 5)

Břehy tvoří z obou stran kamenný zához, výše jsou zarostlé travinami, místy se vyskytují ojedinělé stromy. Zastínění toku je menší než 10 %.

V řece se nacházejí balvany (6–12 %), kameny (>50 %), hrubý štěrk (12–25 %), štěrk (6–12 %), drobný štěrk (12–25 %), submerzní vegetace (<6 %), emersní vegetace (12–25 %), marginální vegetace (<6 %).

Šířka toku je od 10 do 25 m, hloubka toku kolísá v závislosti na srážkách od 0,5 až 2 m. Proudění je v tomto úseku řeky laminární a slabě turbulentní. Vodnost byla v měsíci květnu malá, v měsíci září velká. Podíl lentických úseků činil v květnu <10 %.



Obr. 15: Lokalita 4 (foto autorka)

5. Výsledky a diskuse

5.1. Výsledky

Na vybraných lokalitách bylo ve dvou obdobích (květen a září) odebráno celkově 977 jedinců, kteří patřili do 33 taxonů, většinou druhů. Pokud nebylo možné druh určit jednoznačně, byla u jedince determinována alespoň jeho příslušnost k čeledi (u *Chironomidae*). Druhová úroveň byla zjištěna celkem u 32 taxonů.

Často se ve vzorcích objevovaly druhy *Hydropsyche pellucidula* (v květnu 208 jedinců, v září 71 jedinců), *Rhyacophila nubila* (v květnu 84 jedinců, v září 24 jedinců), v květnu *Ancyllus fluviatilis* (66 jedinců), a v září *Baetis rhodani* (66 jedinců), *Baetis lutheri* (51 jedinců), *Baetis vernus* (46 jedinců) a *Tipula lateralis* (28 jedinců).

Překvapením byl výskyt druhu *Asellus aquaticus*, který obvykle žije ve stojatých nebo mírně tekoucích vodách. Byl odebrán v září na lokalitě 1 v počtu tří jedinců a na lokalitě 3 v počtu jedenácti jedinců.

Při porovnání souhrnu odběrů v měsících květnu a září lze konstatovat obdobné druhové zastoupení v květnovém nebo zářijovém odběru. V květnu bylo odebráno 24 druhů, kdežto v září 23 druhů.

Druhy byly následně zařazeny do skupin podle příslušnosti k jednotlivým řádům, což posloužilo jako podklad k vypracování grafů, které ukazují, jak byly v daných měsících a na jednotlivých lokalitách procentuálně zastoupeni jedinci jednotlivých řádů (viz grafy 1 a 2), a dále jaké byly početnosti v rámci jednotlivých řádů (viz graf 3).

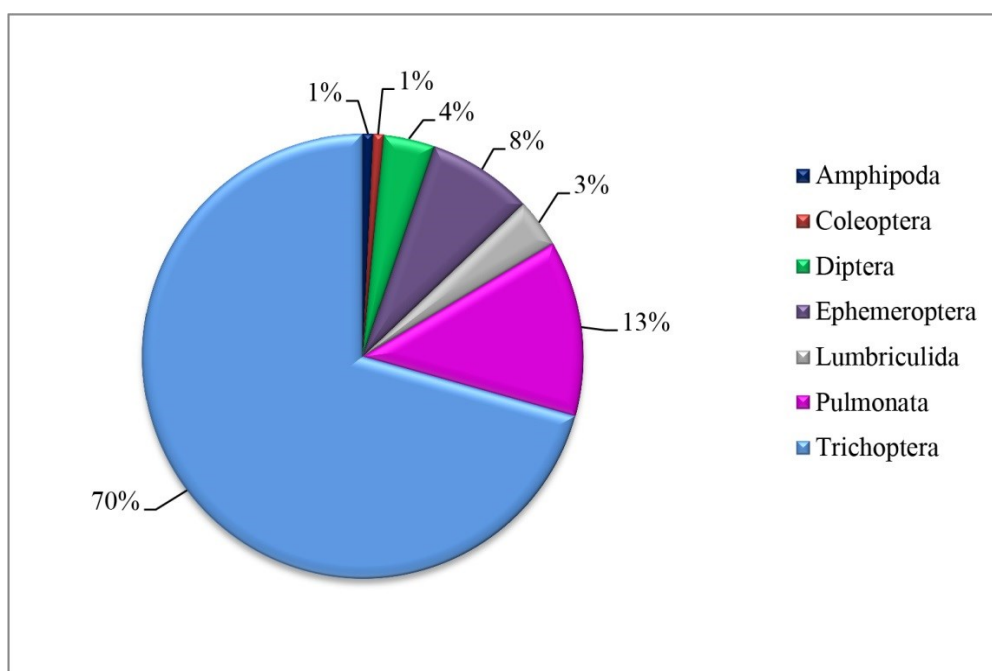
Následují dva grafy, které ukazují procentuální zastoupení početnosti odebraných jedinců na jednotlivých habitatech a lokalitách (viz grafy 4 a 5).

Vliv environmentálních proměnných na složení říčního makrozoobentosu byl promítnut do dvou grafů jednotlivých období odběru (viz graf 6 a graf 7).

Nejvyšší početnost byla zjištěna na lokalitě 2, v květnu 172 a v září 184 jedinců.

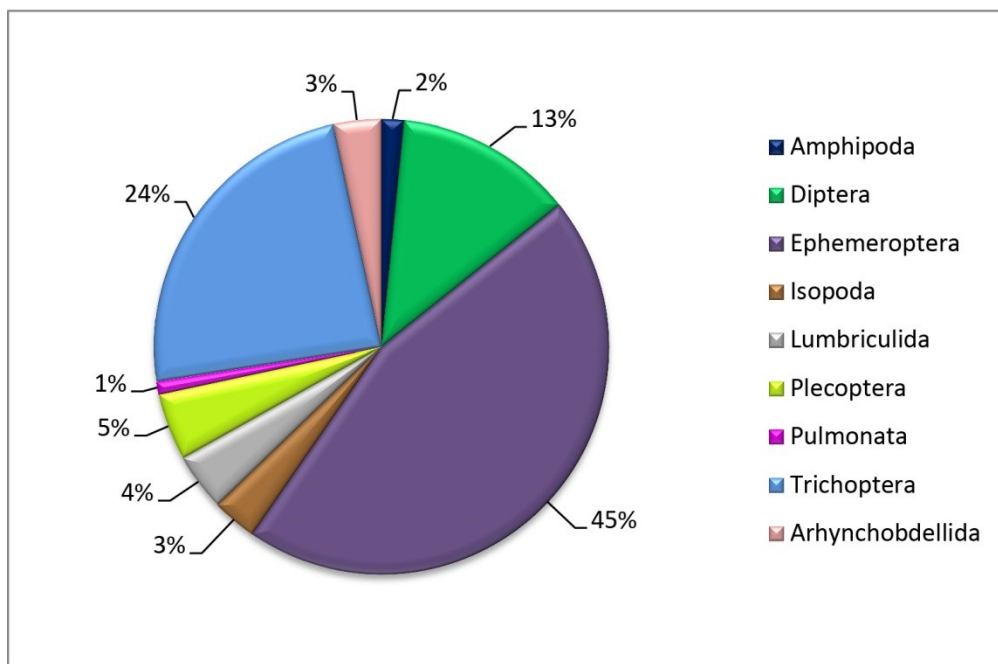
Podle třídy dominance lze řády v níže uvedeném grafu vyhodnotit jako endominantní (>10 %), dominantní (5–10 %), subdominantní (2–5 %), recedentní (1–2 %) a subrecedentní (< 1 %). [33]

V květnovém odběru byl endominantní řád *Trichoptera* (70,4 %), dominantní pak *Pulmonata* (12,7 %) a *Ephemeroptera* (7,6 %), subdominantní *Diptera* (3,7 %) a *Lumbriculita* (3,6), recedentní *Coleoptera* (1 %) a *Amphipoda* (1 %). Subrecedentně byl zastoupen řád *Plecoptera* (0,4 %).



Graf 1: Procentuální zastoupení řádů na všech lokalitách v měsíci květnu

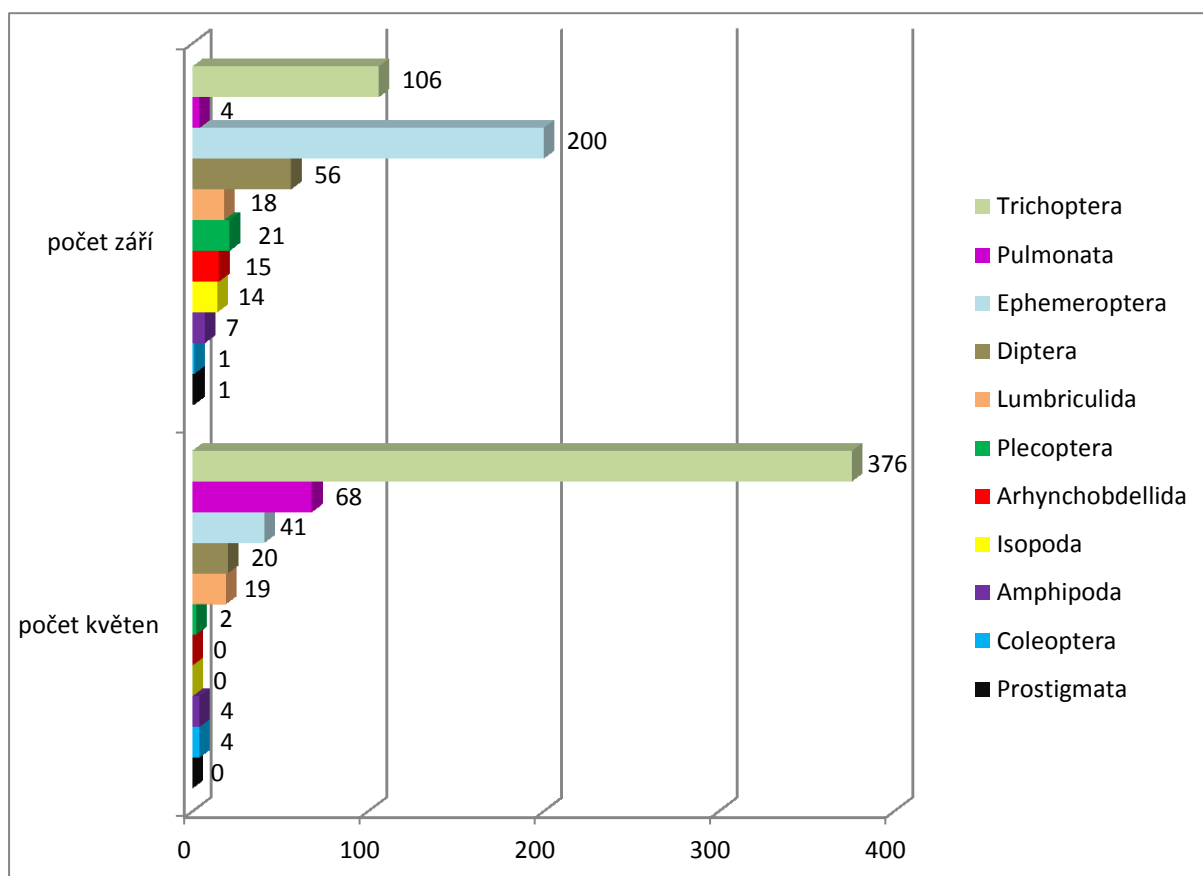
V zářijovém odběru (viz graf 2) byl endominantní řád *Ephemeroptera* (45 %), *Trichoptera* (24 %) a *Diptera* (12,6 %), subdominantní *Plecoptera* (4,7 %), *Lumbriculida* (4,1 %), Arhynchobdelida (3,4 %) a Isopoda (3,2 %), recedentní *Amphipoda* (1,6 %) a *Pulmonata* (1 %) a subrecedentní byly řády *Coleoptera* (0,2 %) a *Prostigmata* (0,2 %).



Graf 2: Procentuální zastoupení řádů na všech lokalitách v měsíci září

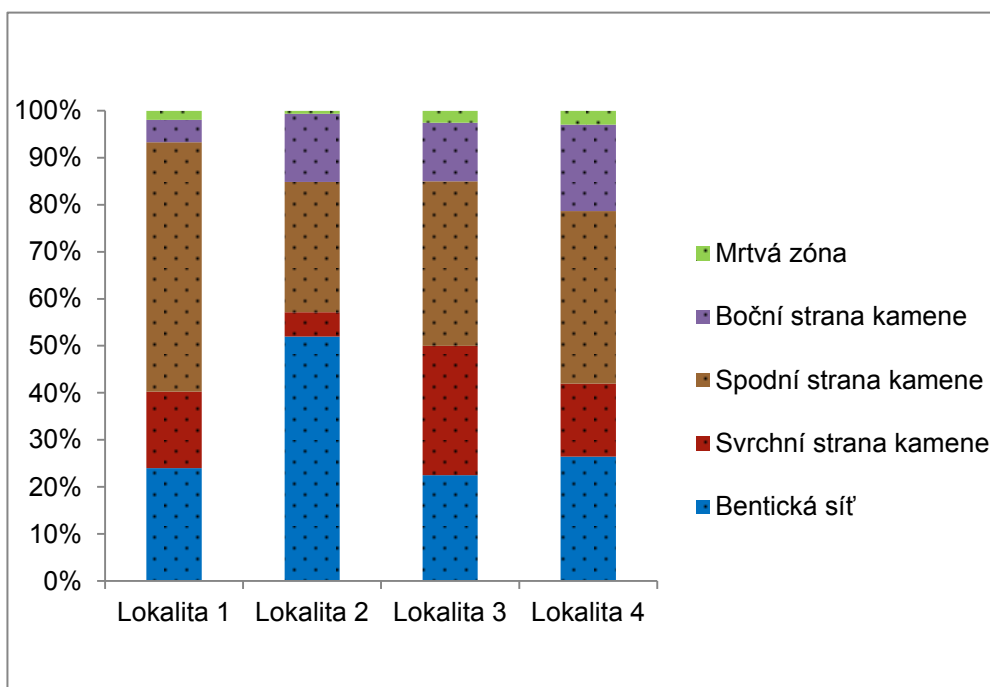
Při srovnání obou grafů je nápadná především disproporce mezi podíly řádu *Trichoptera*, *Ephemeroptera* a *Diptera*. U řádu *Trichoptera* činí 70 % v květnu a pouze 24 % v září. U řádu *Ephemeroptera* 8 % v květnu a 45 % v září. U řádu *Diptera* 4 % v květnu a v září 13 %. Značný je také rozdíl v zastoupení řádu *Plecoptera*, v měsíci květnu má subrecedentní (0,4 %), ale v září dosahuje podílu 13 %. Relativně stabilní podíl vykazuje v četnosti odebraných jedinců řád *Lumbriculida* (3 % v květnu a 4 % v září).

Z níže uvedeného grafu je na první pohled zřejmé výrazné zastoupení řádu *Trichoptera*, a to hlavně v květnu (376 jedinců), kdy jeho počty převyšují sumu jedinců všech ostatních řádů. V září to bylo 106 jedinců. Četně je zastoupený také řád *Ephemeroptera*, hlavně v září (200 jedinců), kdy jde o nejpočetněji zastoupený řád. V květnu dosahuje počtu 41 jedinců. Třetím nejpočetněji zastoupeným řádem je *Pulmonata* (květen 68, září 4 jedinci) a čtvrtým *Diptera* (květen 20, září 56 jedinců). U všech výše zmíněných řádů je při srovnání obou období (květen a září) patrný výrazný rozdíl v početnosti odebraných jedinců. Oproti tomu u řádu *Lumbriculida* je rozdíl v početnosti minimální (květen 19, září 18 jedinců).



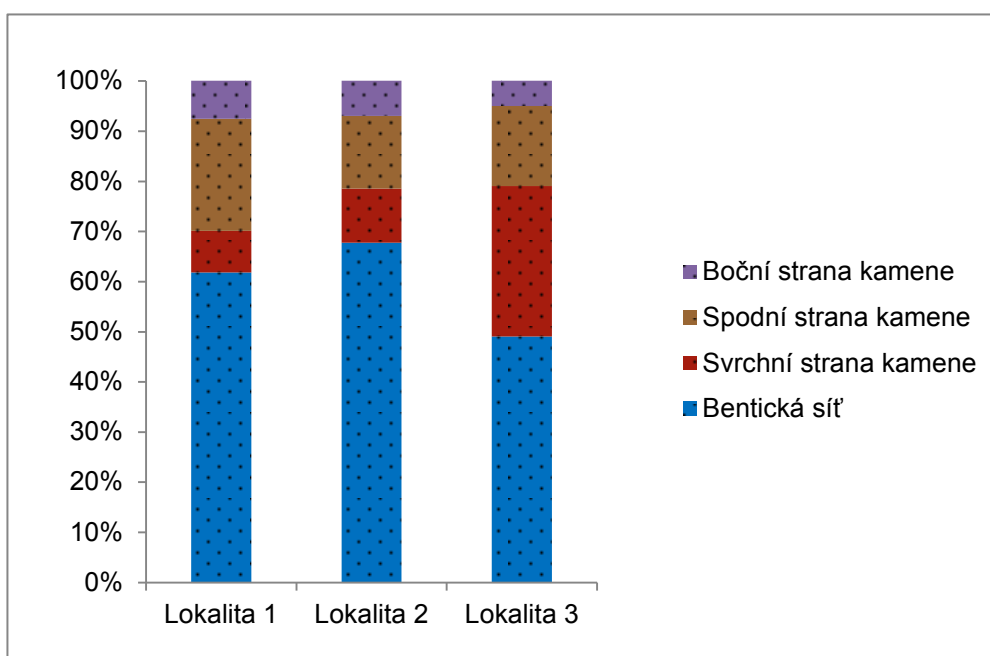
Graf 3: Graf početnosti podle řádů na všech lokalitách v květnu a v září

Z grafu 4 je patrné, že největší počty jedinců byly získány při odběrech na spodní straně kamenů. Na lokalitách 1 až 4 se podílely tyto odběry na celkovém počtu získaných jedinců v následujících podílech: 53 %, 28 %, 35 %, 37 %. Rovněž velké množství jedinců bylo získáno při odběrech pomocí bentické sítě. Podíly na lokalitách 1 až 4 činí 24 %, 52 %, 23 % a 27 %. Výrazně menší byly počty jedinců získaných odběrem na svrchní straně kamenů a odběrem na boční straně kamenů. Na daných lokalitách se podíly odběru na svrchní straně kamenů pohyboval v hodnotách 16,3 %, 5,2 %, 27,5 % a 15,5 %. Zastoupení odběru na boční straně kamenů vůči celkovému množství získaných jedinců pak bylo 4,8 %, 14,5 %, 12,5 % a 18,4 %. Nejméně jedinců bylo získáno odběrem v mrtvé zóně. Podíly činí 1,9 %, 0,6 %, 2,5 % a 2,9 %.



Graf 4: Graf znázorňující procentuální zastoupení početnosti na jednotlivých habitatech a lokalitách v květnu. (Abundance na jednotlivých habitatech viz příloha 3, tabulka 1)

Naopak na grafu 5 lze vidět, že největší počty jedinců byly získány při odběrech pomocí bentické sítě. Na lokalitách 1 až 3 se podílely tyto odběry na celkovém počtu získaných jedinců v následujících podílech: 61,8 %, 67,7 %, 49 %. Výrazně menší byly počty jedinců získaných odběrem na svrchní straně kamene, odběrem na spodní straně kamene a odběrem na boční straně kamene. Na daných lokalitách se podíly odběru na svrchní straně kamenů pohyboval v hodnotách 8,3 %, 10,8 %, 30 %. Zastoupení odběru na spodní straně kamenů vůči celkovému množství získaných jedinců pak bylo 22,3 %, 14,5 % a 16 %. Ještě menší počet jedinců byl získán odběrem na boční straně kamenů. Podíly činí 7,6 %, 7 % a 5 %.

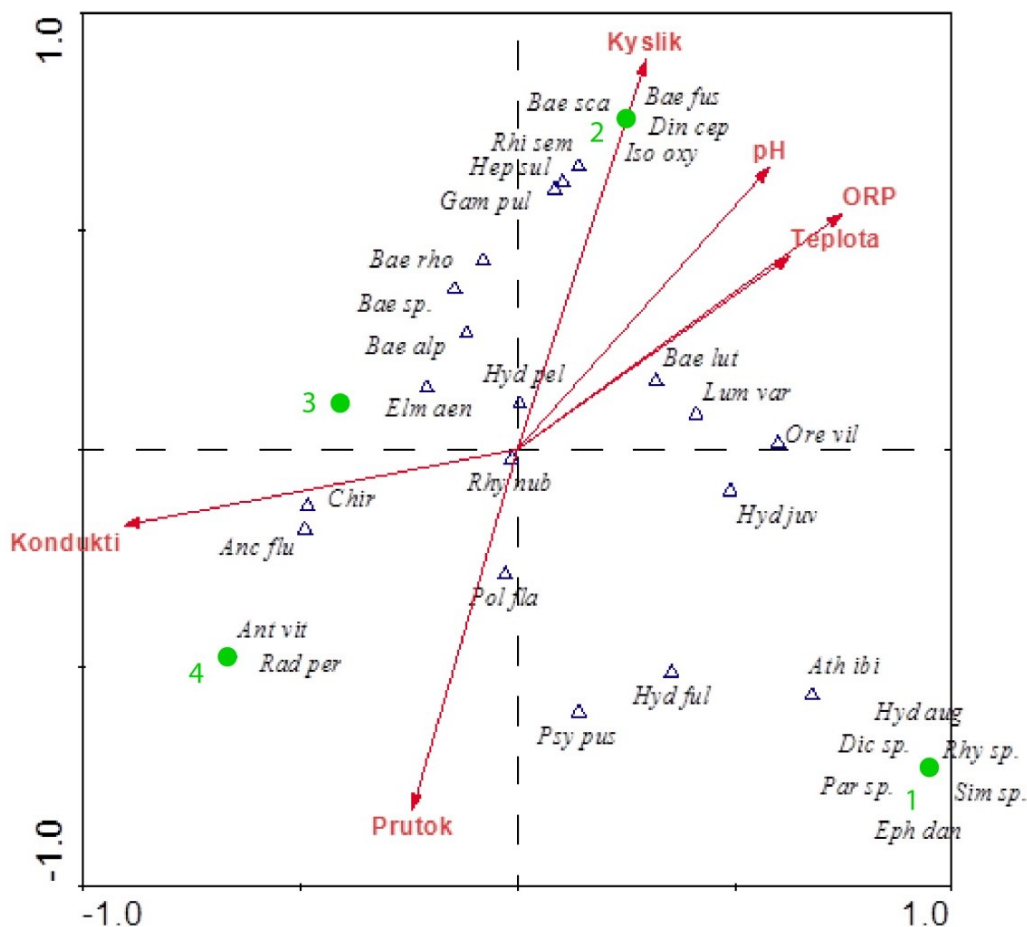


Graf 5: Graf znázorňující procentuální zastoupení druhů na jednotlivých habitatech a lokalitách v září. (Abundance na jednotlivých habitatech viz příloha 3, tabulka 2).

Srovnání obou grafů je možné jen v rámci lokalit 1 až 3. Na první pohled je zřejmé, že oproti květnovému grafu nebyli v zářijovém grafu získáni žádní jedinci odběrem v mrtvé zóně. Rovněž je patrné, že v září bylo procentuálně získáno mnohem více jedinců odběrem pomocí bentické sítě (59,5 %) než v květnu (33 %). Naopak je zřejmý vyšší podíl jedinců získaných odběrem ze spodní strany kamenů v měsíci květnu (38,6 %) oproti září (17,6 %). Procentuální množství jedinců získaných odběrem ze svrchní strany kamenů a odběrem z boční strany kamenů se výrazněji neliší.

Pro přímou gradientovou analýzu (CCA) byly využity tabulky 3 a 4 (viz příloha 3). V měsíci květnu je zřejmá závislost určitých druhů na vybraných proměnných.

Konkrétně na kyslíku lze konstatovat závislost u druhů *Hydropsyche pellucidula*, *Baetis fuscatus*, *Baetis scambus*, *Dinocras cephalotes*, *Isoperla oxylepis*, *Rhitrogena semicolorata*, *Heptagenia sulphurea*, *Gammarus pulex*, a to v lokalitě 2.



Graf 6: Ordinační diagram (CCA) druhů a statisticky významných abiotických proměnných v měsíci květnu.

Závislost na pH nebyla prokázána u žádného druhu. Význačnější závislost na ORP a teplotě vykazuje druh *Baetis lutheri*, menší závislost na týchž proměnných pak *Lemniculus variegatus*, *Orectochillus vilosus* a *Hydropsyche juv.*

Závislost na průtoku vykazuje *Polycentropus flavomaculatus* a *Rhyacophila nubila*, která vykazuje rovněž závislost na konduktivitě spolu s druhy *Ancylus fluviatilis*, *Psychomyia pusilla*, *Hydropsyche fulvipes* a řádem *Chironomidae*.

Menší současnou závislost na průtoku a konduktivitě vykazují druhy *Antocha vitripennis* a *Radix peregra*, a to na lokalitě 4.

Na lokalitě 3 se vyskytují druhy, které jsou závislé na kyslíku a současně na konduktivitě: *Baetis rhodani*, *Baetis sp.*, *Baetis alpinus* a *Elmis aenea*.

Na lokalitě 1 se vyskytují druhy, které nevykazují závislost ani na jedné proměnné: *Atherix ibis*, *Hydropsyche augustipennis*, *Dicranota sp.*, *Paraleptophlebia sp.*, *Ephemerella danica*, *Simulium sp.* a *Rhyacophila sp.*

Ze zářijového diagramu (CCA) na následující stránce je patrná závislost druhu *Baetis alpinus* a řádu *Chironomidae* na konduktivitě a teplotě. Méně závislé na těchto proměnných jsou druhy *Erpobdela octoculata*, *Baetis lutheri* a *Simulium sp.*

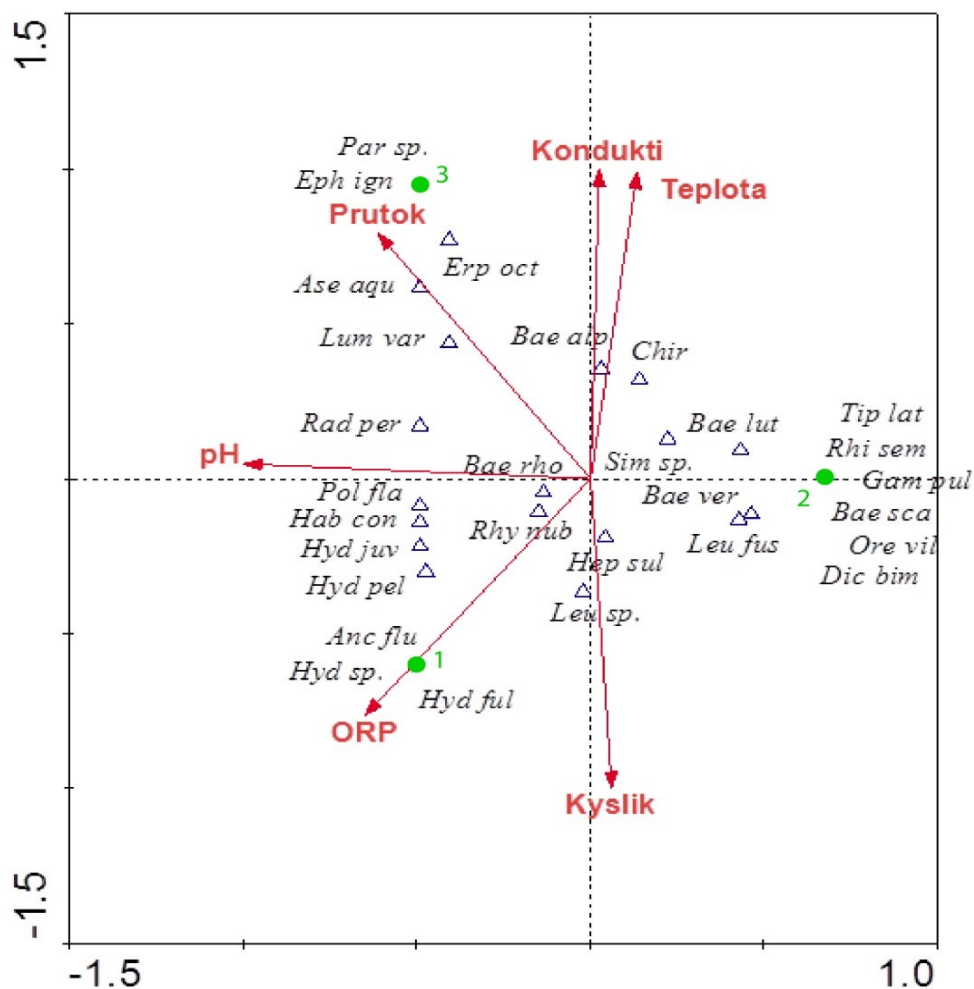
Na kyslík vykazují závislost *Heptagenia sulphurea* a *Leuctra sp.*, menší závislost pak druhy *Baetis vernus* a *Leuctra fusca*.

ORP má značný vliv na druhy *Hydropsyche fulvipes*, *Hydropsyche sp.*, *Hydropsyche pellucidula*, *Rhyacophila nubila* a *Ancylus fluviatilis*, a to v lokalitě 1. Menší vliv má ORP na druhy *Hydropsyche juv.*, *Habroleptoides confusa*, *Polycentropus flavomaculatus* a *Baetis rhodani*, na které má významný vliv pH.

Druh *Radix peregra* je závislý na pH a stejnou měrou i na průtoku.

Na průtoku jsou dále závislé druhy, které se vyskytovaly hlavně na lokalitě 3: *Lumbriculus variegatus*, *Asellus Aquaticus*, *Ephemerella ignita*, *Paraleptophlebia sp.* a také již zmíněný druh *Erpobdela octoculata*.

Na lokalitě 2 nemá na druhy vliv žádná z proměnných. Vyskytovaly se zde druhy: *Dicranota bimaculata*, *Tipula lateralis*, *Rhitrogena semicolorata*, *Gammarus pulex*, *Baetis scambus* a *Orectochillus vilosus*.



Graf 7: Ordinační diagram (CCA) druhů a statisticky významných abiotických proměnných v měsíci září.

Při srovnání grafů 6 a 7 lze vyčíst následující shody: závislost na kyslíku u druhu *Heptagenia sulphurea* a u rodu *Baetis*, dále závislost na ORP u rodu *Hydropsyche*, menší závislost pak na průtoku u druhu *Radix peregra*. Žádná závislost na daných proměnných je patrná u rodu *Dicranota*.

Významná je přítomnost druhů *Hydropsyche fulvipes*, *Dinocras cephalotes* a *Isoperla oxylepis*. *Hydropsyche fulvipes* figuruje jako druh ohrožený (EN). Byl odebrán v počtu 6 exemplářů získaných v květnu (lokalita 1 – tři exempláře, lokalita 3 – jeden exemplář, lokalita 4 – jeden exemplář) a v září (jeden exemplář na lokalitě 1). *Dinocras cephalotes* je uveden jako zranitelný (VU) a byl odebrán v počtu jednoho exempláře, a to v květnu na lokalitě 1. Druh *Isoperla oxylepis* je uveden jako téměř ohrožený (NT). Byl odebrán rovněž v počtu jednoho exempláře v květnu na lokalitě 1.

5.2. Diskuse

Z grafů závislosti výskytu druhů na vybraných abiotických faktorech jsou patrné závislosti, které odpovídají známým údajům o požadavcích určitých druhů na jednotlivé parametry vody.

Květnový graf potvrzuje například závislost na kyslíku u druhů *Hydropsyche pellucidula*, *Baetis fuscatus*, *Baetis scambus*, *Dinocras cephalotes*, *Isoperla oxylepis*, *Rhitrogena semicolorata*, *Heptagenia sulphurea*, *Gammarus pulex*, (na lokalitě 2) a *Baetis rhodani*, *Baetis sp.*, *Baetis alpinus* a *Elmis aenea* (na lokalitě 3). V září vykazují závislost na kyslíku rovněž *Heptagenia sulphurea* a dále *Leuctra sp.*, menší závislost pak druhy *Baetis vernus* a *Leuctra fusca*. U jepic rodu *Baetis* se adaptace na vyšší koncentraci kyslíku projevuje redukcí vnějšího dýchacího aparátu.

Pokud jde o závislost na teplotě vody, nebyly zjištěny žádné druhy, které by ji vykazovaly. To lze vysvětlit poměrně malým rozmezím naměřených teplot vody, což je pro daný typ toku charakteristické.

Ze získaných odběrů je dále patrné, že se ve všech lokalitách (1 až 4) vyskytují druhy, které obývají velmi čisté vody. Následující druhy byly odebrány na těchto lokalitách: *Baetis alpinus* v květnu na lokalitě 2 (v počtu 3 jedinců) a na lokalitě 4 (v počtu 2 jedinců), v září na lokalitě 1 (jeden jedinec), na lokalitě 2 (4 jedinci) a na lokalitě 3 (čtyři jedinci), *Heptagenia sulphurea* v květnu na lokalitě 2 (7 jedinců) a na lokalitě 3 (dva jedinci), v září na lokalitách 1 (5 jedinců), 2 (5 jedinců) a na lokalitě 3 (1 jedinec) a *Rhitrogena semicolorata* v květnu na lokalitě 2 (3 jedinci) a lokalitě 3 (1 jedinec) a v září na lokalitě 2 (v počtu 4 jedinců). [36]

Na relativně vysokou kvalitu vody poukazuje i výskyt druhů obývajících podhorské a rychle tekoucí úseky. Jsou to *Polycentropus flavomaculatus*, který byl odebrán v daných měsících na jednotlivých lokalitách v následujících počtech – květen 1 (12 jedinců), 2 (7 jedinců), 3 (4 jedinců) a 4 (19 jedinců) a v září 1 (4 jedinců) a 3 (2 jedinců) – a dále rod *Rhyacophila*: květen 1 (19 jedinců), 2 (29 jedinců), 3 (17 jedinců) i 4 (22 jedinců) a září 1 (12 jedinců), 2 (7 jedinců) i 3 (5 jedinců). [37]

Výskyt druhu *Asellus aquaticus*, který obývá obvykle stojaté a mírně tekoucí vody, byl v měsíci září na lokalitě 1 v počtu tří jedinců a na lokalitě 3 v počtu jedenácti jedinců

velkým překvapením. Vysvětlení může být to, že šlo o výskyt podmíněný přechodnou změnou životních podmínek v daných lokalitách, zejména v lokalitě 3. Zdroje totiž uvádějí, že daný druh „indikuje poměrně silné organické znečištění a je běžně nalézán společně s kroužkovci a pijavkami“. [35] Při vyhodnocení bylo opravdu zjištěno, že výskyt tohoto druhu doprovázel výskyt kroužkovců a pijavic, a to především na lokalitě 3. Po dodatečném studiu přítomnosti daného druhu na dané lokalitě v dřívějších letech lze konstatovat, že zde byl zaznamenán v hojném počtu i v letech 2007 a 2008. [38]

Vzhledem k výše zmíněnému výskytu druhů obývajících velmi čisté toky můžeme vyvodit, že kvalita vody řeky Ostravice je celkově uspokojivá, ovšem s určitými přechodnými zhoršeními, jejichž příčiny mohou být předmětem dalších výzkumů.

6. Závěr

Bakalářská práce přináší výsledky ze dvou odběrů (květen a září 2014) na celkově čtyřech lokalitách horního toku řeky Ostravice: město Pržno (1), Nad ústím Morávky (2), obec Lískovec (3), Vratimov (4). Vzhledem k vysokému průtoku a zvolené metodě PERLA nebylo bohužel možné provést odběr v měsíci září na lokalitě 4.

Celkově bylo odebráno 977 jedinců a při následující laboratorní determinaci za pomoci lupy a mikroskopu určeno 32 druhů. Konstatováno bylo časté zastoupení druhů *Hydropsyche pellucidula*, *Rhyacophila nubila*, *Ancylus fluviatilis*, *Baetis rhodani*, *Baetis lutheri*, *Baetis vernus* a *Tipula lateralis*.

Struktura společenstva makrozoobentosu se v květnu a v září značně lišila. Endominantními řády byly v květnu *Trichoptera* (70,4 %), dominantními *Pulmonata* (12,7 %) a *Ephemeroptera* (7,6 %). V září pak byly endominantní: *Ephemeroptera* (45 %), *Trichoptera* (24 %) a *Diptera* (12,6 %).

Po dodatečném vyhodnocení naměřených hodnot abiotických faktorů a odběrů makrozoobentosu jsme dospěli k následujícím závěrům.

Abiotické proměnné naměřené na zkoumaných habitatech nevykazují v jednotlivých obdobích odběru až na konduktivitu a průtok výraznější odchylky. Relativní stabilita abiotických podmínek přitom odpovídá charakteru toku řeky Ostravice.

Environmentální proměnné (kyslík, teplota, pH, konduktivita, oxidačně-redukční potenciál a proud) mají na složení říčního makrozoobentosu vliv. Významnou roli sehrává především obsah kyslíku ve vodě (ovlivňuje 15 druhů), ORP (ovlivňuje 13 druhů) a průtok (ovlivňuje 12 druhů). Menší roli sehrává pH (ovlivňuje 5 druhů) a konduktivita (ovlivňuje 4 druhy). Minimální byly závislosti na teplotě (ovlivňuje 2 druhy).

Výskyt druhu *Asellus aquaticus*, který obývá stojaté a mírně tekoucí vody, byl vysvětlen pravděpodobným organickým znečištěním vody, doprovázeným přítomností kroužkovců a pijavic, která byla v dané lokalitě dokázána exempláři získanými při odběrech.

Jelikož však svým výskytem převažují druhy, které ke svému životu vyžadují čistou vodu (dokonce se zde vyskytují *Baetis alpinus*, *Heptagenia sulhurea* a *Rhitrogena semicolorata*) a dále zde byla zaznamenána přítomnost zranitelného (VU) druhu *Dinocras cephalotes*, téměř ohroženého (NT) druhu *Isoperla oxylepis* a ohroženého (EN) druhu *Hydropsyche fulvipes*, lze přece jen na závěr konstatovat, že kvalita vody řeky Ostravice je celkově uspokojivá, umožňující život širokému spektru makrozoobentosu.

Seznam použité literatury

- [1] ZIMMERMAN, Greg. Benthic Macroinvertebrates: Definition of macroinvertebrate. *EnviroScience* [online]. 9.3.2012, 2015 [cit. 2015-02-17]. Dostupné z: <http://enviroscienceinc.com/benthic-macroinvertebrates/>
- [2] Use of Macroinvertebrates in Stream Biomonitoring: What are macroinvertebrates? Atlas: Tunkhannock Creek Watershed [online]. 2011 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: <http://www.atlas.keystone.edu/research/Ackerly/Insects/biomonitoring.htm>
- [3] SUKOP, Ivo. *Ekologie vodního prostředí*. 1. vyd. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006, 199 s. ISBN 80-7157-923-8.
- [4] LELLÁK, Jan a František KUBÍČEK. *Hydrobiologie*. 1. vyd. Alena Kynclová. Praha: Karolinum, 1991, 257 s. ISBN 80-7066-530-0.
- [5] WALLACE, J. Bruce a Jackson R. WEBSTER. The Role of Macroinvertebrates in Stream Ecosystem Function. *Annual Review* [online]. 1996, č. 41 [cit. 2015-02-06]. DOI: 10.1146/annurev.en.41.010196.000555. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.en.41.010196.000555>
- [6] HARTMAN, Pavel, Ivo PŘIKRYL a Eduard ŠTĚDRONSKÝ. *Hydrobiologie*. 3. vyd. Praha: Informatorium, 2005, 359 s. ISBN 80-7333-046-6.
- [7] JOHNSON, Robert C., Hwa-Seong JIN, Margaret M. CARREIRO a Jeffrey D. JACK. Within-year temporal variation and life-cycle seasonality affect stream macroinvertebrate community structure and biotic metrics. *ScienceDirect* [online]. 2011, č. 13 [cit. 2015-02-04]. DOI: 10.1016/j.ecolind.2011.06.004. Dostupné z: <http://80.www.sciencedirect.com/dialog/cvut.cz/science/article/pii/S1470160X11001750>.
- [8] BRETSCHKO, Gernot, Jan HELEŠIC a František KUBÍČEK. The Ecological Importance of River Bottom. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1995, 172 s. ISBN 80-210-1089-4.

- [9] BO, Tiziano, Francesca SGARIBOLDI, Stefano FENOGLIO, Giorgio MALACARNE a Massimo PESSINO. Effects of clogging on stream macroinvertebrates: An experimental approach. *ScienceDirect* [online]. 2007, [cit. 2015-02-01]. DOI: 10.1016/j.limno.2007.01.002. Dostupné z: <http://80.www.sciencedirect.com/dialog/cvut.cz/science/article/pii/S0075951107000060>.
- [10] GARCÍA, Liliana, Isabel PARDO a Cristina DELGADO. Macroinvertebrate indicators of ecological status in Mediterranean temporary stream types of the Balearic Islands. *ScienceDirect*. 25 June 2013. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.05.030.
- [11] SÁNCHEZ-MONTOYA, M.M., M.R. VIDAL-ABARCA a M.L. SUÁREZ. Comparing the sensitivity of diverse macroinvertebrate metrics to a multiple stressor gradient in Mediterranean streams and its influence on the assessment of ecological status. *ScienceDirect*. 13 July 2009. DOI: 10.1016/j.ecolind.2010.01.008.
- [12] 12. *Limnologická konference Limnologie na přelomu tisíciletí : sborník referátů : Kouty nad Desnou 18.-22.9.2000*. 1. vyd. Martin Rulík. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2000, 342 s. ISBN 80-244-0166-5.
- [13] KOKEŠ, Jiří a Denisa VOJTÍŠKOVÁ. *Nové metody hodnocení makrozoobentosu tekoucích vod*. 1. vyd. Mgr. Josef Smrťák. Praha: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G. Masaryka, 1999, 83 s. Výzkum pro praxi. ISBN 80-85900-29-7.
- [14] ADÁMEK, Z., J. HELEŠIC, B. MARŠÁLEK a M. RULÍK. *Aplikovaná hydrobiologie*. Vodňany: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Fakulta rybářství a ochrany vod, 2010, 350 s. ISBN 978-80-87437-09-4.
- [15] PITTER, Pavel. *Hydrochemie*. 3. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999, 568 s. ISBN 80-7080-340-1.
- [16] LOSOS, B., J. GULIČKA, J. LELLÁK a J. PELIKÁN. *Ekologie živočichů*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1985, 316 s.

- [17] WAGNER, Rüdiger, Jürgen MARXSEN, Peter ZWICK a Eileen J. COX. *Central European Stream Ecosystems: The Long Term Study of the Breitenbach*. Weinheim: Wiley-Blackwell, 2011, 672 s. ISBN 978-3-527-32952-6.
- [18] AMBROŽOVÁ, Jana. *Aplikovaná a technická hydrobiologie*. 2. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2003, 226 s. ISBN 80-7080-521-8.
- [19] ZELINKA, Miloš a František KUBÍČEK. *Základy hydrobiologie*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1982, 140 s.
- [20] *Sborník příspěvků 14. konference České limnologické společnosti a Slovenskej limnologickej spoločnosti: Nečtiny 26.-30. června 2006*. 1. vyd. Veronika Sacherová. Praha: Česká limnologická společnost, 2006, 163 s. ISBN 80-239-7257-X.
- [21] FRIBERG, Nikolai, Alexander M. MILNER, Lars M. SVENDSEN, Claus LINDEGAARD a Søren Erik LARSEN. Macroinvertebrate stream communities along regional and physico-chemical gradients in Western Greenland. *Wiley Online Library* [online]. 2002, č. 46 [cit. 2015-03-08]. DOI: 10.1046/j.1365-2427.2001.00857.x. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1365-2427.2001.00857.x/abstract;jsessionid=0F6EAD94A6E32D7D92B98D1A4F5115D5.f02t04?deniedAccessCustomisedMessage=&userIsAuthenticated=false>
- [22] LAKLY, Michelle B. a J. Vaun MCARTHUR. Macroinvertebrate recovery of a post-thermal stream: habitat structure and biotic function. *ScienceDirect*. 19 March 1999. DOI: 10.1016/S0925-8574(99)00075-0.
- [23] ROBERTSON, Bryan. pH Requirements of Freshwater Aquatic Life. *Waterboards* [online]. 2004 [cit. 2015-03-02]. Dostupné z: http://www.waterboards.ca.gov/rwqcb5/water_issues/basin_plans/ph_turbidity/ph_turbidity_04phreq.pdf
- [24] BEGON, Michael, John L. HARPER a Colin R. TOWNSEND. *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. 1. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1997, 949 s. ISBN 80-7067-695-7.

- [25] SUTCLIFFE, D.W. a A.G. HILDREW. Invertebrate communities in acid streams. In: *Acid Toxicity and Aquatic Animals*. Great Britain: Cambridge University Press, 1989, s. 13-30. ISBN 9780521057622.
- [26] ROSEMOND, A.D., S.R. REICE, J.W. ELWOOD a P.J. MULHOLLAND. The effects of stream acidity on benthic invertebrate communities in the south-eastern United States. *Wiley online library* [online]. 1992, [cit. 2015-02-22]. DOI: 10.1111/j.1365-2427.1992.tb00533.x. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2427.1992.tb00533.x/abstract;jsessionid=BAD136074224274367DEE923C335B575.f04t01?systemMessage=Wiley+Online+Library+will+be+disrupted+on+7th+March+from+10%3A00-13%3A00+GMT+%2806%3A00-09%3A00+EST%29+for+essential+maintenance.++Apologies+for+the+inconvenience>.
- [27] ALTMANN, Martin. *Hodnocení kvality vody a fyzického habitatu vodního toku ve vazbě na společenstva makrozoobentosu*. Praha 2013. Bakalářská práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Ústav pro životní prostředí.
- [28] ŠVEHLÁKOVÁ, Hana, Jana NOVÁKOVÁ a Iva MELČÁKOVÁ. Multimediální výukový text: Ekologické aspekty technické hydrobiologie. [online]. 2006 [cit. 2015-02-01]. Dostupné z: <http://hgfl0.vsb.cz/546/Ekologicke%20aspekty/voda/chemicke/redox.htm>
- [29] BYLAK, Aneta, Krzysztof KUKULA a Ewa KUKULA. Influence of regulation on ichthyofauna and benthos of the Różanka stream. *ScienceDirect* [online]. 2009, č. 9 [cit. 2015-03-08]. DOI: 10.2478/v10104-010-0006-z. Dostupné z: <http://80.www.sciencedirect.com/dialog/cvut.cz/science/article/pii/S1642359309700485>
- [30] KOKEŠ, Jiří a Denisa NĚMEJCOVÁ. Metodika odběru a zpracování vzorků makrozoobentosu tekoucích vod metodou Perla. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2008 [cit. 2015-02-12]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/prehled_akceptovanych_metodik_tekoucich_vod
- [31] Atlas hlavních vodních toků povodí Odry: Ostravice. *Povodí Odry* [online]. 2012 [cit. 2015-04-13]. Dostupné z: http://www.pod.cz/atlas_toku/ostavice.html

- [32] Povodňový plán: Hydrologické údaje. *Elektronický digitální povodňový portál* [online]. 2010 [cit. 2015-03-13]. Dostupné z: http://www.edpp.cz/met_hydrologicke-udaje/
- [33] Mapy. *Geo portal: Národního geoportálu INSPIRE* [online]. 2010 [cit. 2015-02-30]. Dostupné z: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map>
- [34] Řeka Ostravice: Popis lokality. *Moravskoslezský kraj: Informační systém životního prostředí* [online]. 2015 [cit. 2015-02-30]. Dostupné z: <http://iszp.kr-moravskoslezsky.cz/cz/priroda/natura/evl/reka-ostravice-1232/>
- [35] SMETANOVÁ, Eva. *Zhodnocení fauny epigeických pavouků (Araneida) NPP Malhotky*. Brno, 2006. Diplomová práce. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav zoologie, rybářství, hydrobiologie a včelařství
- [36] FARKAČ, Jan, David KRÁL a Martin ŠKORPÍK. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí: Red list of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates*. 1. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2005, 760 s. ISBN 80-86064-96-4.
- [37] Vodní ekosystémy a hydrobiologie. *Příroda Valašska* [online]. Český svaz ochránců přírody, 2015 [cit. 2015-02-26]. Dostupné z: <http://www.priroda-valasska.cz/cz/4-priroda-valasska/14-hydrologie/58-vodni-ekosystemy-a-hydrobiologie.html>
- [38] BĚČÁKOVÁ, Michaela. *Biologie a ekologie chrostíků (Trichoptera) České Republiky*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie.

Seznam grafů

| | |
|--------------|----|
| Graf 1 | 29 |
| Graf 2 | 30 |
| Graf 3 | 31 |
| Graf 4 | 32 |
| Graf 5 | 33 |
| Graf 6 | 34 |
| Graf 7 | 36 |

Seznam příloh

| | |
|-----------------|----|
| Příloha 1 | 48 |
| Příloha 2 | 52 |
| Příloha 3 | 54 |

Seznam obrázků

| | |
|--------------|----|
| Obr. 1 | 48 |
| Obr. 3 | 48 |
| Obr. 2 | 48 |
| Obr. 4 | 49 |
| Obr. 5 | 49 |
| Obr. 6 | 50 |
| Obr. 7 | 50 |
| Obr. 8 | 50 |
| Obr. 9 | 51 |

| | |
|---------------|----|
| Obr. 10 | 51 |
| Obr. 11 | 51 |

Seznam map

| | |
|--------------|----|
| Mapa 1 | 22 |
| Mapa 2 | 52 |
| Mapa 3 | 52 |
| Mapa 4 | 53 |
| Mapa 5 | 53 |

Seznam tabulek

| | |
|-----------------|----|
| Tabulka 1 | 54 |
| Tabulka 2 | 57 |
| Tabulka 3 | 59 |
| Tabulka 4 | 59 |

Přílohy

Příloha 1



Obr. 1: *Erpobdella octoculata* (foto autorka)



Obr. 2: *Rhyacophila nubila* (foto autorka)



Obr. 3: *Polycentropus flavomaculatus* (foto autorka)



Obr. 4: drápek s malými zoubky (foto autorka)



Obr. 5: *Rhytrogena semicolorata* (foto autorka)



Obr. 6: rod Baetis (foto autorka)



Obr. 7: rod Cloeon (foto D. S. Chandler)



Obr. 8: Radix peregra (foto autorka)



Obr. 9: Gammarus pulex (foto autorka)

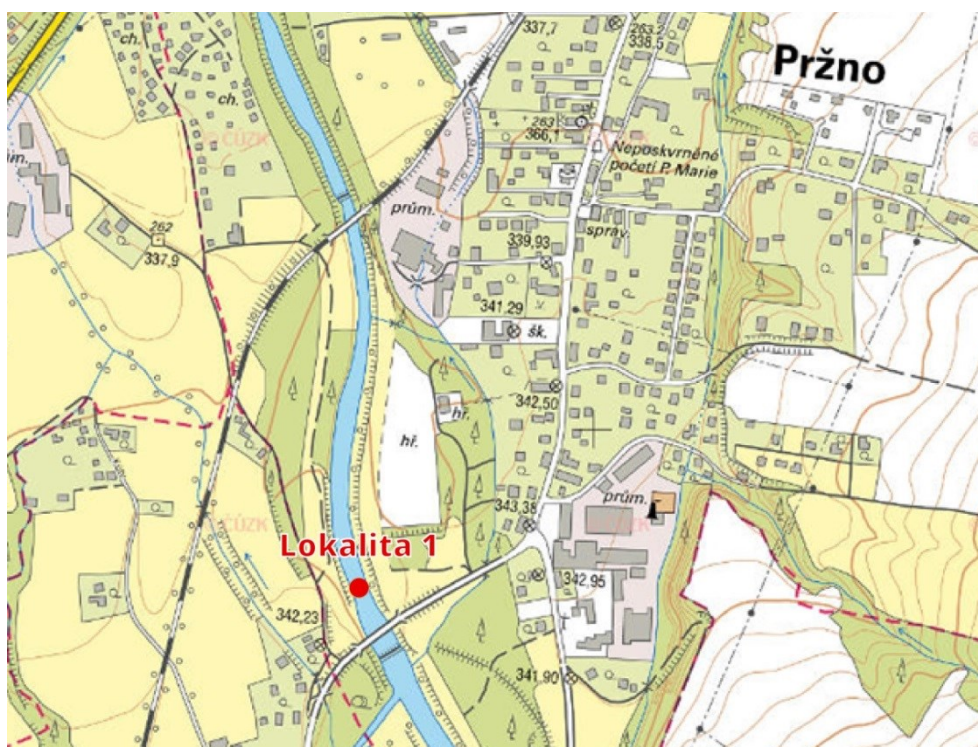


Obr. 10: rod Leuctra (foto autorka)

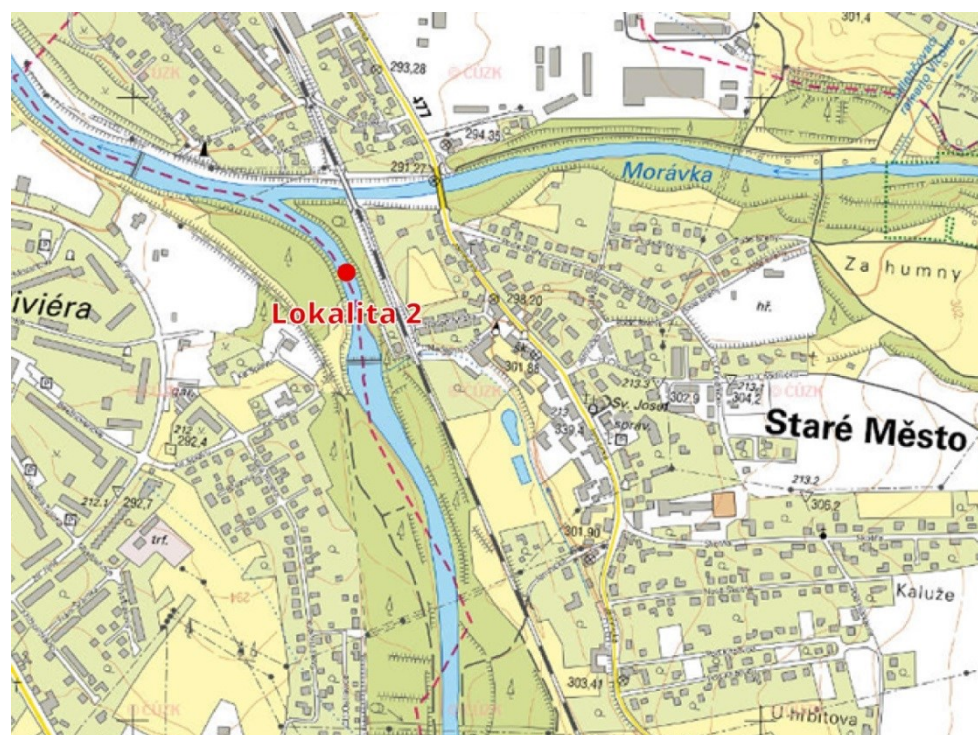


Obr. 11: Dinocras cephalotes (foto autorka)

Příloha 2



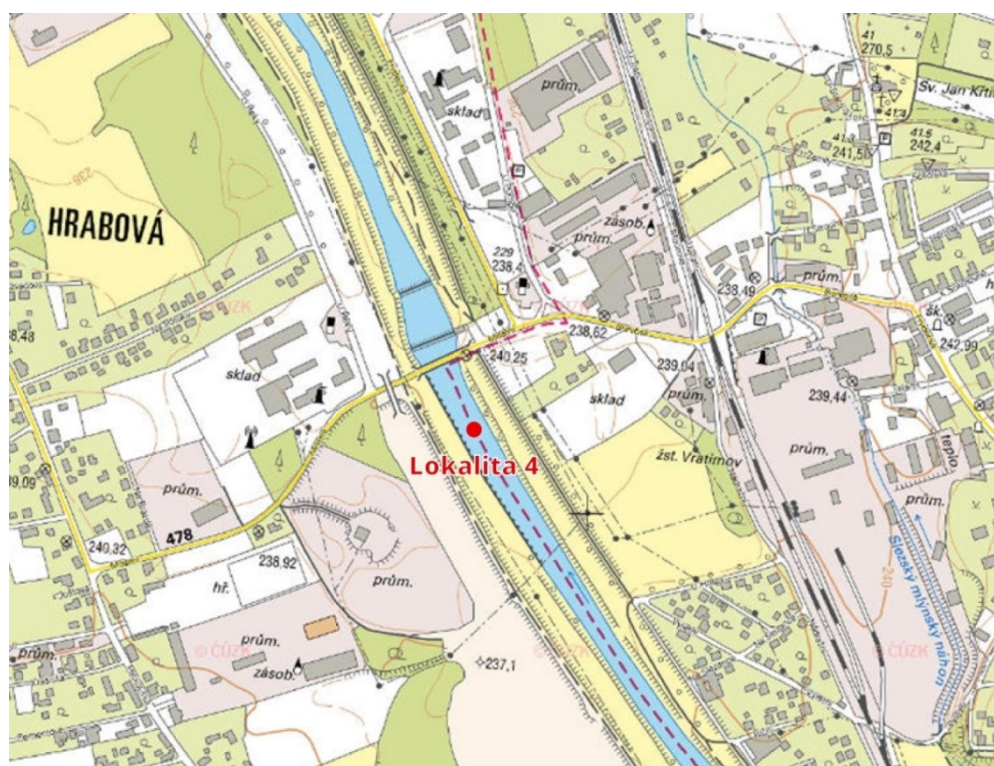
Mapa 2: mapa znázorňující lokalitu 1 [33]



Mapa 3: mapa zobrazující lokalitu 2 [33]



Mapa 4: mapa zobrazuje lokalitu 3 [33]



Mapa 5: mapa zobrazuje lokalitu 4 [33]

Příloha 3*Vysvětlivky:*

BS – bentická síť

SVSK – svrchní strana kamene

SPSK – spodní strana kamene

BSK – boční strana kamene

MZ – mrtvá zóna

Tabulka 1: Abundance druhů na jednotlivých lokalitách a habitatech, 8. Května 2014

| Lokalita | Habitat | Název druhu | Abundance |
|-----------------|----------------|---|------------------|
| 1 | BS | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 7 |
| 1 | BS | Rhyacophila sp. (Pictet, 1834) | 3 |
| 1 | BS | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 3 |
| 1 | BS | Ephemera danica (Müller, 1764) | 1 |
| 1 | BS | Paraleptophlebia sp. (Lestage, 1917) | 1 |
| 1 | BS | Atherix ibis (Fabricius, 1798) | 3 |
| 1 | BS | Lumbriculus variegatus (O.F. Müller, 1774) | 7 |
| 1 | SVSK | Hydropsyche augustipennis (Curtis, 1834) | 1 |
| 1 | SVSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 10 |
| 1 | SVSK | Psychomyia pusilla (Fabricius, 1781) | 1 |
| 1 | SVSK | Atherix ibis (Fabricius, 1798) | 1 |
| 1 | SVSK | Simulium sp. (Latreille, 1802) | 1 |
| 1 | SVSK | Baetis lutheri (Müller-Liebenau, 1967) | 2 |
| 1 | SVSK | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 1 |
| 1 | SPSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 25 |
| 1 | SPSK | Hydropsyche juv. (Pictet, 1834) | 15 |
| 1 | SPSK | Hydropsyche fulvipes (Curtis, 1834) | 2 |
| 1 | SPSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 3 |
| 1 | SPSK | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 10 |
| 1 | BSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 1 |
| 1 | BSK | Hydropsyche fulvipes (Curtis, 1834) | 1 |
| 1 | BSK | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 2 |
| 1 | BSK | Orectochilus vilosus (O.F. Müller, 1776) | 1 |
| 1 | MZ | Hydropsyche augustipennis (Curtis, 1834) | 1 |
| 1 | MZ | Dicranota sp. (Zetterstedt, 1838) | 1 |
| 2 | BS | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 42 |
| 2 | BS | Hydropsyche juv. (Pictet, 1834) | 4 |
| 2 | BS | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 18 |

| | | | |
|---|------|--|----|
| 2 | BS | <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834) | 2 |
| 2 | BS | <i>Gammarus pulex</i> (Linnaeus, 1758) | 1 |
| 2 | BS | <i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F. Müller, 1774) | 10 |
| 2 | BS | <i>Dinocras cephalotes</i> (Curtis, 1827) | 1 |
| 2 | BS | <i>Isoperla oxylepis</i> (Despax, 1936) | 1 |
| 2 | BS | <i>Baetis</i> sp. (Leach, 1815) | 1 |
| 2 | BS | <i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843) | 1 |
| 2 | BS | <i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1845) | 1 |
| 2 | BS | <i>Baetis scambus</i> (Eaton, 1870) | 2 |
| 2 | BS | <i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller, 1776) | 4 |
| 2 | BS | <i>Rhitrogena semicolorata</i> (Curtis, 1834) | 1 |
| 2 | BS | <i>Elmis aenea</i> (Müller, 1806) | 1 |
| 2 | SVSK | <i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840) | 6 |
| 2 | SVSK | <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834) | 1 |
| 2 | SVSK | <i>Gammarus pulex</i> (Linnaeus, 1758) | 1 |
| 2 | SVSK | <i>Baetis scambus</i> (Eaton, 1870) | 1 |
| 2 | SPSK | <i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834) | 26 |
| 2 | SPSK | <i>Hydropsyche</i> juv. (Pictet, 1834) | 4 |
| 2 | SPSK | <i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840) | 4 |
| 2 | SPSK | <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834) | 3 |
| 2 | SPSK | <i>Gammarus pulex</i> (Linnaeus, 1758) | 1 |
| 2 | SPSK | <i>Ancylus fluviatilis</i> (O. F. Müller, 1774) | 2 |
| 2 | SPSK | <i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843) | 2 |
| 2 | SPSK | <i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus, 1761) | 1 |
| 2 | SPSK | <i>Baetis scambus</i> (Eaton, 1870) | 2 |
| 2 | SPSK | <i>Rhitrogena semicolorata</i> (Curtis, 1834) | 2 |
| 2 | SPSK | <i>Orectochilus vilosus</i> (O.F. Müller, 1776) | 1 |
| 2 | BSK | <i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834) | 11 |
| 2 | BSK | <i>Hydropsyche</i> juv. (Pictet, 1834) | 2 |
| 2 | BSK | <i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840) | 1 |
| 2 | BSK | <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834) | 1 |
| 2 | BSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 1 |
| 2 | BSK | <i>Baetis lutheri</i> (Müller-Liebenau, 1967) | 4 |
| 2 | BSK | <i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller, 1776) | 3 |
| 2 | BSK | <i>Ancylus fluviatilis</i> (O. F. Müller, 1774) | 2 |
| 2 | MZ | <i>Baetis</i> sp. (Leach, 1815) | 1 |
| 3 | BS | <i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834) | 6 |
| 3 | BS | <i>Hydropsyche fulvipes</i> (Curtis, 1834) | 1 |
| 3 | BS | <i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840) | 10 |
| 3 | BS | <i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834) | 2 |
| 3 | BS | <i>Atherix ibis</i> (Fabricius, 1798) | 1 |
| 3 | BS | Chironomidae (Erichson, 1841) | 2 |
| 3 | BS | <i>Gammarus pulex</i> (Linnaeus, 1758) | 1 |
| 3 | BS | <i>Baetis scambus</i> (Eaton, 1870) | 1 |
| 3 | BS | <i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller, 1776) | 2 |
| 3 | BS | <i>Rhitrogena semicolorata</i> (Curtis, 1834) | 1 |

| | | | |
|---|------|---|----|
| 3 | SVSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 5 |
| 3 | SVSK | Hydropsyche juv. (Pictet, 1834) | 4 |
| 3 | SVSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 1 |
| 3 | SVSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 3 |
| 3 | SVSK | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 18 |
| 3 | SVSK | Baetis sp. (Leach, 1815) | 2 |
| 3 | SPSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 36 |
| 3 | SPSK | Hydropsyche juv. (Pictet, 1834) | 1 |
| 3 | SPSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 4 |
| 3 | SPSK | Baetis sp. (Leach, 1815) | 1 |
| 3 | BSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 7 |
| 3 | BSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 1 |
| 3 | BSK | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 2 |
| 3 | BSK | Baetis rhodani (Pictet, 1845) | 1 |
| 3 | BSK | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 5 |
| 3 | MZ | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 1 |
| 3 | MZ | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 2 |
| 4 | BS | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 7 |
| 4 | BS | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 18 |
| 4 | BS | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 5 |
| 4 | BS | Baetis alpinus (Pictet, 1843) | 2 |
| 4 | BS | Baetis lutheri (Müller-Liebenau, 1967) | 1 |
| 4 | BS | Lumbriculus variegatus (O.F. Müller, 1774) | 2 |
| 4 | BS | Elmis aenea (Müller, 1806) | 1 |
| 4 | SVSK | Psychomyia pusilla (Fabricius, 1781) | 1 |
| 4 | SVSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 3 |
| 4 | SVSK | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 17 |
| 4 | SPSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 29 |
| 4 | SPSK | Hydropsyche fulvipes (Curtis, 1834) | 1 |
| 4 | SPSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 4 |
| 4 | SPSK | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 9 |
| 4 | SPSK | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 5 |
| 4 | SPSK | Radix peregra (O. F. Müller, 1774) | 2 |
| 4 | BSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 6 |
| 4 | BSK | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 5 |
| 4 | BSK | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 10 |
| 4 | BSK | Antocha vitripennis (Meigen, 1830) | 1 |
| 4 | BSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 3 |
| 4 | MZ | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 4 |

Tabulka 2: Abundance druhů na jednotlivých lokalitách a habitatech, 21. září 2014

| Lokalita | Habitat | Název druhu | Abundance |
|-----------------|----------------|--|------------------|
| 1 | BS | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 34 |
| 1 | BS | Hydropsyche juv. (Pictet, 1834) | 1 |
| 1 | BS | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 7 |
| 1 | BS | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 1 |
| 1 | BS | Baetis alpinus (Pictet, 1843) | 1 |
| 1 | BS | Baetis rhodani (Pictet, 1843) | 23 |
| 1 | BS | Baetis lutheri (Müller-Liebenau, 1967) | 3 |
| 1 | BS | Baetis vernus (Curtis, 1834) | 6 |
| 1 | BS | Heptagenia sulphurea (Müller, 1776) | 1 |
| 1 | BS | Habroleptoides confusa (Sartori & Jacob, 1986) | 7 |
| 1 | BS | Lumbriculus variegatus (O.F. Müller, 1774) | 4 |
| 1 | BS | Hydrachna sp. (O. F. Müller, 1776) | 1 |
| 1 | BS | Leuctra sp. (Stephens, 1836) | 1 |
| 1 | BS | Leuctra fusca (Linnaeus, 1758) | 3 |
| 1 | BS | Asellus aquaticus (Linnaeus, 1758) | 3 |
| 1 | BS | Erpobdella octoculata (Linnaeus, 1758) | 1 |
| 1 | SVSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 1 |
| 1 | SVSK | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 1 |
| 1 | SVSK | Simulium sp. (Latreille, 1802) | 1 |
| 1 | SVSK | Baetis vernus (Curtis, 1834) | 3 |
| 1 | SVSK | Baetis lutheri (Müller-Liebenau, 1967) | 4 |
| 1 | SVSK | Heptagenia sulphurea (Müller, 1776) | 2 |
| 1 | SVSK | Leuctra sp. (Stephens, 1836) | 1 |
| 1 | SPSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 20 |
| 1 | SPSK | Hydropsyche juv. (Pictet, 1834) | 2 |
| 1 | SPSK | Hydropsyche fulvipes (Curtis, 1834) | 1 |
| 1 | SPSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 3 |
| 1 | SPSK | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 2 |
| 1 | SPSK | Baetis rhodani (Pictet, 1843) | 4 |
| 1 | SPSK | Heptagenia sulphurea (Müller, 1776) | 2 |
| 1 | SPSK | Leuctra sp. (Stephens, 1836) | 1 |
| 1 | BSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 2 |
| 1 | BSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 1 |
| 1 | BSK | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 1 |
| 1 | BSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 1 |
| 1 | BSK | Ancylus fluviatilis (O. F. Müller, 1774) | 1 |
| 1 | BSK | Radix peregra (O. F. Müller, 1774) | 1 |
| 1 | BSK | Baetis vernus (Curtis, 1834) | 1 |
| 1 | BSK | Baetis rhodani (Pictet, 1843) | 3 |
| 1 | BSK | Baetis lutheri (Müller-Liebenau, 1967) | 1 |
| 2 | BS | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 1 |
| 2 | BS | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 1 |
| 2 | BS | Gammarus pulex (Linnaeus, 1758) | 7 |

| | | | |
|---|------|---|----|
| 2 | BS | <i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F. Müller, 1774) | 4 |
| 2 | BS | <i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843) | 7 |
| 2 | BS | <i>Baetis lutheri</i> (Müller-Liebenau, 1967) | 22 |
| 2 | BS | <i>Baetis vernus</i> (Curtis, 1834) | 33 |
| 2 | BS | <i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller, 1776) | 5 |
| 2 | BS | <i>Orectochilus vilosus</i> (O.F. Müller, 1776) | 1 |
| 2 | BS | <i>Tipula lateralis</i> (Meigen, 1804) | 28 |
| 2 | BS | <i>Dicranota bimaculata</i> (Schummel, 1829) | 1 |
| 2 | BS | Chironomidae (Erichson, 1841) | 2 |
| 2 | BS | <i>Leuctra</i> sp. (Stephens, 1836) | 2 |
| 2 | BS | <i>Leuctra fusca</i> (Linnaeus, 1758) | 10 |
| 2 | BS | <i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F. Müller, 1774) | 1 |
| 2 | BS | <i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758) | 1 |
| 2 | SVSK | <i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840) | 1 |
| 2 | SVSK | <i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843) | 1 |
| 2 | SVSK | <i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843) | 4 |
| 2 | SVSK | <i>Baetis scambus</i> (Eaton, 1870) | 2 |
| 2 | SVSK | <i>Baetis lutheri</i> (Müller-Liebenau, 1967) | 5 |
| 2 | SVSK | <i>Rhitrogena semicolorata</i> (Curtis, 1834) | 1 |
| 2 | SVSK | <i>Simulium</i> sp. (Latreille, 1802) | 6 |
| 2 | SPSK | <i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840) | 3 |
| 2 | SPSK | <i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843) | 3 |
| 2 | SPSK | <i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843) | 5 |
| 2 | SPSK | <i>Baetis lutheri</i> (Müller-Liebenau, 1967) | 1 |
| 2 | SPSK | <i>Baetis vernus</i> (Curtis, 1834) | 2 |
| 2 | SPSK | <i>Rhitrogena semicolorata</i> (Curtis, 1834) | 3 |
| 2 | SPSK | <i>Simulium</i> sp. (Latreille, 1802) | 5 |
| 2 | SPSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 2 |
| 2 | SPSK | <i>Leuctra</i> sp. (Stephens, 1836) | 3 |
| 2 | BSK | <i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840) | 2 |
| 2 | BSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 3 |
| 2 | BSK | <i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843) | 4 |
| 2 | BSK | <i>Baetis lutheri</i> (Müller-Liebenau, 1967) | 3 |
| 2 | BSK | <i>Baetis vernus</i> (Curtis, 1834) | 1 |
| 3 | BS | <i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834) | 9 |
| 3 | BS | <i>Rhyacophila nubila</i> (Zetterstedt, 1840) | 2 |
| 3 | BS | <i>Lumbriculus variegatus</i> (O.F. Müller, 1774) | 9 |
| 3 | BS | <i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843) | 5 |
| 3 | BS | <i>Heptagenia sulphurea</i> (Müller, 1776) | 1 |
| 3 | BS | <i>Ephemerella ignita</i> (Poda, 1761) | 1 |
| 3 | BS | <i>Habroleptoides confusa</i> (Sartori & Jacob, 1986) | 3 |
| 3 | BS | <i>Asellus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758) | 10 |
| 3 | BS | <i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758) | 9 |
| 3 | SVSK | <i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834) | 1 |
| 3 | SVSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 4 |
| 3 | SVSK | <i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843) | 4 |

| | | | |
|---|------|---|----|
| 3 | SVSK | Baetis rhodani (Pictet, 1843) | 11 |
| 3 | SVSK | Baetis lutheri (Müller-Liebenau, 1967) | 10 |
| 3 | SPSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 3 |
| 3 | SPSK | Hydropsyche juv. (Pictet, 1834) | 1 |
| 3 | SPSK | Rhyacophila nubila (Zetterstedt, 1840) | 3 |
| 3 | SPSK | Polycentropus flavomaculatus (Pictet, 1834) | 2 |
| 3 | SPSK | Radix peregra (O. F. Müller, 1774) | 1 |
| 3 | SPSK | Baetis lutheri (Müller-Liebenau, 1967) | 2 |
| 3 | SPSK | Paraleptophlebia sp. (Lestage, 1917) | 1 |
| 3 | SPSK | Asellus aquaticus (Linnaeus, 1758) | 1 |
| 3 | SPSK | Erpobdella octoculata (Linnaeus, 1758) | 2 |
| 3 | BSK | Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834) | 1 |
| 3 | BSK | Simulium sp. (Latreille, 1802) | 2 |
| 3 | BSK | Chironomidae (Erichson, 1841) | 1 |
| 3 | BSK | Erpobdella octoculata (Linnaeus, 1758) | 1 |

Tabulka 3: Naměřené abiotické proměnné v měsíci květnu

| Lokalita | ORP [mV] | Teplota [°C] | pH | Konduktivita [μS] | Kyslík [mg/l] | Průtok [m ³ s ⁻¹] |
|----------|----------|--------------|-----|-------------------|---------------|--|
| 1 | 310,62 | 16,58 | 8,4 | 171,74 | 8,8 | 2,095 |
| 2 | 314,02 | 16,44 | 8,6 | 227,48 | 9,66 | - |
| 3 | 304,38 | 16,84 | 8,5 | 246,38 | 9,38 | 3,405 |
| 4 | 270,42 | 13,44 | 7,9 | 344,32 | 8,38 | - |

Tabulka 4: Naměřené abiotické proměnné v měsíci září

| Lokalita | ORP [mV] | Teplota [°C] | pH | Konduktivita [μS] | Kyslík [mg/l] | Průtok [m ³ s ⁻¹] |
|----------|----------|--------------|-----|-------------------|---------------|--|
| 1 | 314,64 | 15,3 | 8,1 | 174,26 | 10,38 | 14,8 |
| 2 | 305,6 | 16,2 | 7,8 | 207,92 | 10,14 | 14,1 |
| 3 | 305,88 | 16,76 | 8,1 | 256,5 | 9,68 | 18,4 |